

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA

**ESTUDIO DE LA METODOLOGIA PARA EL
CONTROL Y REDUCCION DE PERDIDAS DEL
SISTEMA ELECTRICO DE DISTRIBUCION DE LA
CIUDAD DE IBARRA**

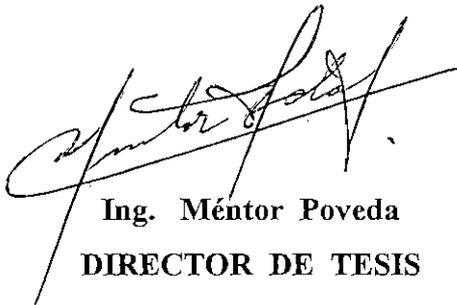
**TESIS PREVIA A LA OBTENCION DEL TITULO DE
INGENIERO ELECTRICO EN LA ESPECIALIZACION
DE SISTEMAS ELECTRICOS DE POTENCIA**

Manuel Vinicio Hinojosa Ortiz

Quito - Febrero - 1999

CERTIFICADO

Certifico que la presente Tesis ha sido desarrollada en su totalidad por el Sr. Manuel Vinicio Hinojosa Ortiz



Ing. Méntor Poveda
DIRECTOR DE TESIS

AGRADECIMIENTO

- Debo hacer una mención especial de gratitud imperecedera al catedrático Ing. Méntor Poveda, Director de Tesis, quién con su acertada dirección ha sabido enriquecer mis conocimientos para culminar el presente trabajo.
- A la Empresa Eléctrica Regional del Norte S.A., a su Gerente y a todas aquellas personas que supieron colaborar para la culminación de este estudio.
- Al Ing. Mauricio Vásquez, Director de Acometidas y Medidores.
- A la Ing. Sofia Terán, Jefa de la sección de Grandes Clientes.
- Al Tglo. Ramiro Flores, Jefe de la sección de Acometidas y Medidores.

DEDICATORIA

- El éxito logrado para culminar mi carrera, se lo debo de manera incondicional a mis padres, quienes fueron el pilar fundamental para lograr esta ansiada meta. De todo corazón muchas gracias, que Dios los bendiga siempre.
- A mis hermanos, quienes con sus sabios consejos me estimularon durante toda mi vida estudiantil.
- Una mención especial a Tamara González, quién supo apoyarme hasta la culminación de mi carrera.

INDICE

CAPITULO I

OBJETIVOS Y ALCANCE

1.1	Introducción	1
1.2	Objetivos y alcance	4
1.3	Descripción del sistema eléctrico EMELNORTE S.A.	6

CAPITULO II

FUNDAMENTOS TEORICOS DE LAS PERDIDAS ELECTRICAS

2.1	Introducción	9
2.2	Tipos de pérdidas en sistemas eléctricos	10
2.2.1	Pérdidas técnicas	10
2.2.2	Pérdidas no técnicas	10
2.3	Características de pérdidas técnicas y no técnicas	12
2.3.1	Características de pérdidas técnicas	12
2.3.2	Características de pérdidas no técnicas	16
2.3.3	Niveles de pérdidas	20
2.4	Manifestaciones	20
2.5	Incidencia de las pérdidas de energía	22
2.5.1	En la gestión técnico-económica de las empresas prestatarias	22
2.5.2	En el orden social	23
2.5.3	En el orden de la ética y la moral	24

2.5.4	En los aspectos de seguridad	25
2.6	Clasificación de las pérdidas no técnicas	26
2.6.1	Según la causa que las producen	27
2.6.2	Según la relación con las actividades administrativas de la empresa	29
2.6.3	Pérdidas durante el registro de consumos	30
2.6.4	Pérdidas durante la facturación	32
2.6.5	Pérdidas durante la recaudación	33
2.6.6	Pérdidas de energía vs. pérdidas financieras	34

CAPITULO III

METODOLOGIA PARA ANALISIS Y DISCRIMINACION DE PERDIDAS NO TECNICAS

3.1	Identificación de las componentes de pérdidas no técnicas	37
3.1.1	Error en la estimación de alumbrado público	38
3.1.2	Fraudes	39
3.1.3	Errores en estimación de consumos no medidos (usuarios sin medidor)	39
3.1.4	Errores en el proceso administrativo del registro de consumos (errores de lectura y facturación)	40
3.1.5	Errores en medición del consumo (errores por descalibración de medidores)	41
3.1.6	Conexiones ilegales o contrabando (usuarios directos)	41
3.2	Selección del caso de estudio	41
3.3	Balance global de energía	43
3.3.1	Análisis y diagnóstico de pérdidas con base a los balances	44
3.4	Balance de potencia	47
3.5	Evaluación de pérdidas no técnicas	48
3.5.1	Muestreo estratificado	49
3.5.2	Estimación de pérdidas no técnicas globales	50

3.5.3	Pérdidas por alumbrado público	54
3.5.4	Pérdidas por fraude	56
3.5.5	Pérdidas por errores en medidores	65
3.5.6	Pérdidas por errores en la estimación de consumos (usuarios sin medidor)	68
3.5.7	Pérdidas por usuarios directos	69
3.5.8	Pérdidas por errores de lectura y facturación	71

CAPITULO IV

EVALUACION DE PERDIDAS

4.1	Introducción	73
4.2	Desarrollo histórico de las pérdidas eléctricas	74
4.3	Definición del caso de estudio	75
4.4	Balance global de pérdidas eléctricas	76
4.5	Evaluación de pérdidas no técnicas	77
4.6	Identificación y evaluación de los componentes de pérdidas no técnicas	78
4.6.1	Pérdidas por alumbrado público	78
4.6.2	Pérdidas por usuarios sin medidor	81
4.6.3	Pérdidas por usuarios directos	82
4.6.4	Pérdidas por fraude	83
4.6.5	Pérdidas por errores en medidores	91
4.6.6	Pérdidas por errores de lectura y facturación	94
4.7	Balance de energía	96
4.7.1	Balance total de pérdidas eléctricas	96
4.7.2	Balance de potencia	97
4.8	Determinación de las pérdidas no técnicas predominantes	98
4.9	Aplicación de medidas de control y reducción de pérdidas no técnicas	98

4.9.1	Control y reducción de pérdidas por fraude	99
4.9.2	Control y reducción de pérdidas por errores en medidores	100
4.9.3	Control de pérdidas por errores de lectura y facturación	100
4.9.4	Control de pérdidas por alumbrado público	101
4.9.5	Control de pérdidas por usuarios sin medidor	101
4.9.6	Control de pérdidas por usuarios directos	102
4.10	Resultados obtenidos	102
4.11	Evaluación de los resultados	104

CAPITULO V

PLANTEAMIENTOS PARA EL CONTROL Y REDUCCION DE PERDIDAS NO TECNICAS

5.1	Introducción	106
5.2	Métodos generales para el control y reducción de pérdidas no técnicas	109
5.2.1	Presentación de la problemática	110
5.2.2	Identificación de medidas	111
5.2.2.1	Evolución de la tecnología	111
5.2.2.2	Experiencia de otras empresas eléctricas	113
5.2.3	Medidas generales para el control y reducción de pérdidas no técnicas	117
5.2.3.1	Control de pérdidas por fraude	118
5.2.3.2	Control de pérdidas por usuarios directos	122
5.2.3.3	Control de pérdidas por errores en medidores	123
5.2.3.4	Control de pérdidas por errores de lectura y facturación	123
5.2.3.5	Control de pérdidas por alumbrado público	124
5.2.3.6	Control de pérdidas por usuarios sin medidor	125
5.3	Medidas seleccionadas	125
5.3.1	Medidas para reducir el fraude	130

5.3.2	Medidas para reducir conexiones clandestinas	131
5.3.3	Medidas para reducir errores en medidores	131
5.3.4	Medidas para reducir errores de lectura y facturación	132
5.3.5	Medidas para reducir usuarios sin medidor	133
5.3.6	Medidas para reducir pérdidas por alumbrado público	133
5.4	Plan de control y reducción	133
5.4.1	Plan de acción integral	133
5.4.2	Trabajo hacia el entorno	134
5.4.3	Implantación de nuevos programas	135
5.4.3.1	Programación a corto plazo	135
5.4.3.2	Programación a mediano plazo	137
5.4.3.3	Programación a largo plazo	138
5.4.4	Recursos necesarios	140
5.4.5	Evaluación de resultados	141

CAPITULO VI

EVALUACION ECONOMICA Y FINANCIERA DE MEDIDAS

6.1	Introducción	143
6.2	Evaluación económica	144
6.2.1	Beneficio por reducción de pérdidas no técnicas	146
6.3	Evaluación financiera	151

CAPITULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1	Conclusiones generales	155
7.2	Conclusiones específicas	156
7.3	Recomendaciones	157

APENDICES

- APENDICE 1 Características técnicas del analizador de magnitudes eléctricas modelo VIP SYSTEM3
- APENDICE 2 Características técnicas del verificador portátil de medidores FISHER PIERCE modelo 1131A

ANEXOS

- ANEXO 4.1 Resultados obtenidos del estudio de pérdidas eléctricas realizado para la ciudad de Ibarra
- ANEXO 4.2 Demandas medidas con el analizador de magnitudes eléctricas modelo VIP SYSTEM3
- ANEXO 4.2.1 Demandas medidas con el analizador de magnitudes eléctricas modelo VIP SYSTEM3. S/E (El Retorno)
- ANEXO 4.2.2 Demandas medidas con el analizador de magnitudes eléctricas modelo VIP SYSTEM3. S/E (Diesel)
- ANEXO 4.2.3 Demandas medidas con el analizador de magnitudes eléctricas modelo VIP SYSTEM3. Suma de las demandas en las dos subestaciones eléctricas (El Retorno y Diesel)
- ANEXO 4.3 Curvas de demanda semanal
- ANEXO 4.3.1 Curvas de demanda semanal. S/E (El Retorno)
- ANEXO 4.3.2 Curvas de demanda semanal. S/E (Diesel)
- ANEXO 4.3.3 Curvas de demanda semanal. Suma de las dos subestaciones eléctricas (El Retorno y Diesel)
- ANEXO 4.3.4 Curvas de demanda semanal de pérdidas técnicas. Pérdidas técnicas en la línea de 34,5 kV, en el hierro y cobre de los transformadores de la S/E Diesel

- ANEXO 4.4 Energía registrada anual de los usuarios pertenecientes a la ciudad de Ibarra
- ANEXO 4.5 Cuadro de distribución de frecuencias de los usuarios de la ciudad de Ibarra realizado para el mes de junio 1997
- ANEXO 4.6 Resultados de la energía perdida por fraude en las muestras tomadas con usuarios de la ciudad de Ibarra
- ANEXO 4.6.1 Resultados de la energía perdida por fraude en las muestras. Tarifa: Comercial-Servicios
- ANEXO 4.6.2 Resultados de la energía perdida por fraude en las muestras. Tarifa: Industrial
- ANEXO 4.6.3 Resultados de la energía perdida por fraude en las muestras. Tarifa: Residencial
- ANEXO 4.6.4 Resultados de la energía perdida por fraude en las muestras tomadas para los usuarios de la ciudad de Ibarra. Tarifas: Comercial-Servicios, Industrial y Residencial
- ANEXO 4.7 Resultados de la energía perdida por errores en medidores en la muestra tomada de los usuarios de Ibarra
- ANEXO 4.8 Resultados de la energía perdida por errores de lectura y facturación en la muestra tomada de los usuarios de Ibarra
- ANEXO 4.9 Resultados de los censos de luminarias y semáforos realizados para la ciudad de Ibarra
- ANEXO 4.10 Resultados de la información conseguida de los usuarios sin medidor de la ciudad de Ibarra
- ANEXO 4.10.1 Resultados de la información conseguida de los usuarios sin medidor de la ciudad de Ibarra. Usuarios con número de cuenta (permanentes)
- ANEXO 4.10.2 Resultados de la información conseguida de los usuarios sin medidor de la ciudad de Ibarra. Usuarios sin número de cuenta (ocasionales)
- ANEXO 4.11 Resultados de las inspecciones realizadas de los usuarios directos encontrados en la ciudad de Ibarra

- ANEXO 6.1 Valor del consumo promedio de los usuarios de la ciudad de Ibarra. Tarifas: Comercial-Servicios, Industrial y Residencial
- ANEXO 6.2 Costos de inversión y mano de obra
- ANEXO 6.2.1 Costos de inversión de los equipos necesarios para emprender un programa de control y reducción de pérdidas eléctricas
- ANEXO 6.2.2 Costos de mano de obra anual

CAPITULO I

OBJETIVOS Y ALCANCE

1.1 INTRODUCCION

Existen dos tipos de pérdidas eléctricas pérdidas técnicas y no técnicas. Las primeras, se originan por el sólo funcionamiento del sistema eléctrico global, en tanto que las pérdidas no técnicas son consecuencia del nivel cultural y económico de la población lo que les induce a cometer el hurto de energía; y en menor medida, por los errores en medición, problemas de lectura, facturación y deficiencias en los sistemas administrativos.

Las pérdidas eléctricas, se pueden determinar a partir del balance de energía, mediante la diferencia entre la energía disponible y la energía registrada.

En todos los sistemas eléctricos existen las pérdidas eléctricas, la diferencia está en el nivel de pérdidas que cada sistema eléctrico posea. A continuación, se menciona algunas causas que originan altos niveles de pérdidas eléctricas:

Las pérdidas técnicas están directamente relacionadas con el nivel de ingeniería que se aplique en la empresa, además, dependen de la planificación que se dé al sistema eléctrico, en cuanto a su funcionamiento y crecimiento. Las pérdidas no técnicas, son función de la eficiencia administrativa que se aplique en la empresa eléctrica, y del nivel cultural y económico de la población servida. Por otro lado, hay que mencionar que la eliminación del subsidio al consumo residencial afecta en los niveles de pérdidas no técnicas, porque incentiva a los usuarios a cometer ilícitos para lograr una reducción de

sus consumos a niveles inferiores a 150 kWh/mes, que es la política fijada por el Gobierno Nacional.

Durante los últimos años, se ha venido adquiriendo conciencia sobre el uso eficiente de los recursos energéticos, en particular la conservación de la energía y dentro de ella, el control de pérdidas eléctricas, para mejorar la eficiencia energética de un sistema eléctrico.

Los valores de pérdidas eléctricas en América Latina y del Caribe, han alcanzado niveles alarmantes, llegando en algunos casos a más del 30 % de la generación total; esta situación ha sido causada, principalmente por una baja inversión en el área de distribución en relación con la generación y transmisión, además, por deficiencias organizacionales y administrativas en muchas empresas eléctricas de la región¹.

El problema de pérdidas eléctricas prácticamente no existe en los países industrializados, donde las pérdidas no técnicas son cercanas a cero y las técnicas alcanzan solo una tercera parte de las detectadas en el área de la OLADE (Organización Latinoamericana de Energía). La eficiencia en estos sistemas eléctricos alcanza 90 % o más². Sólo como ejemplo considérese que en los Estados Unidos las pérdidas totales están en el orden del 7.4 % en 1987, incluidos los sistemas de generación, transmisión y subtransmisión³.

Las empresas eléctricas del país poseen un nivel de pérdidas del orden del 18 % para 1997, de allí que las empresas distribuidoras han visto la necesidad de reducir este porcentaje, para lo cual se ha diseñado diversos programas de control y reducción de pérdidas, apoyados por organismos internacionales, tales como: Banco Mundial, BID (Banco Interamericano de Desarrollo, OLADE (Organización Latinoamericana de Energía) y el Gobierno de Bélgica⁴.

Los altos índices de pérdidas que tienen las empresas eléctricas del país, obligan a emprender estudios de control y reducción de pérdidas eléctricas. Hay que tomar en

cuenta que los programas de control y reducción de pérdidas técnicas y no técnicas se los debe realizar en forma conjunta, pues las dos están íntimamente relacionadas.

El nivel de pérdidas eléctricas de Ibarra, está en el orden del 17.56 % (capítulo IV); valor que resulta preocupante, porque está muy por encima de las recomendaciones internacionales, de allí que existió la preocupación de ingenieros y ejecutivos de EMELNORTE S.A., en realizar programas de estudios de pérdidas, como el convenio suscrito por EMELNORTE S.A. y la Escuela Politécnica Nacional en el año 1998. Teniendo por objetivo la implementación de medidas de control de los usuarios, mejoramiento de los procesos de recaudación, control de los contadores eléctricos, estudios de ingeniería que permitan conocer el funcionamiento del sistema de distribución y subtransmisión, lo que se convierte en una herramienta clave para reducir las pérdidas eléctricas.

La reducción de pérdidas técnicas, produce una disminución de la demanda, por tanto, se reduce la compra de energía requerida, además, se consigue disminuir los requerimientos de generación propia de la empresa, lo que trae consigo una disminución de las inversiones; mientras tanto la reducción de pérdidas no técnicas produce un aumento de la energía registrada, producto de esto, la empresa logra recuperar recursos económicos de la energía evadida.

En general las pérdidas no técnicas reflejan la precisión de los sistemas de medición, efectividad en los sistemas de facturación y la incapacidad de las empresas en cobrar el servicio prestado y detectar las conexiones ilegales. Esto se debe al mal funcionamiento de los sistemas administrativos de las empresas distribuidoras.

La estimación de pérdidas no técnicas depende de la precisión con que se logre determinar las pérdidas totales, obtenidas como la diferencia entre la energía disponible neta y la energía registrada y de la exactitud con que se calculen las pérdidas técnicas.

Las pérdidas no técnicas, son obtenidas mediante la diferencia entre las pérdidas totales y pérdidas técnicas. El cálculo de pérdidas técnicas se obtiene por medio de la modelación del sistema primario, análisis de carga de transformadores de distribución, cálculo de pérdidas en acometidas y medidores, realizado en la tesis de Lucio Rivera, para el mismo caso analizado.

1.2 OBJETIVOS Y ALCANCE

El presente trabajo está encaminado a establecer una metodología adecuada para poder evaluar y controlar las pérdidas del sistema de distribución de la ciudad de Ibarra. Definir una metodología para determinar los componentes de pérdidas no técnicas, para así conocer los que más contribuyen y dedicar la mayor cantidad de recursos financieros a los más predominantes.

Ejecutar un plan de acción integral que permita tener un diagnóstico del problema, descubrir las causas que originan altos índices de pérdidas eléctricas, para así plantear las medidas correctivas que permitan reducir las pérdidas al mínimo posible y al menor costo; y, por tanto, dificulten la aparición y recurrencia de los usuarios a cometer ilícitos.

En primer lugar el programa debe estar dirigido, a los usuarios de los estratos más altos y clientes especiales, porque en este nivel, se puede obtener la mayor recuperación energética y económica. Además, el número total de usuarios especiales, es reducido frente a los usuarios normales, de allí que en este campo se puede efectuar un control periódico de las instalaciones a cada uno de los usuarios, sin tener que recurrir a la toma de muestras.

La presente tesis contiene siete capítulos que están encaminados a cumplir con los objetivos propuestos, para el diseño de una metodología que permita evaluar, controlar y reducir al mínimo las pérdidas eléctricas de la ciudad de Ibarra. A continuación se presenta un resumen global de los capítulos que componen el estudio planteado.

En el capítulo I, se presenta la introducción sobre la problemática de los índices altos de pérdidas eléctricas en la ciudad de Ibarra. Seguidamente se plantean los objetivos del estudio, como consecuencia del problema de pérdidas, además, se detalla el alcance y enfoque de la tesis.

Mientras tanto en el capítulo II, se ubica al proyecto dentro de un marco teórico adecuado, se expone el avance actual de la teoría de pérdidas eléctricas, además, se plantean las características, manifestaciones y la incidencia que tienen las pérdidas no técnicas en diferentes aspectos; y se realiza una clasificación de los componentes de pérdidas no técnicas.

En el capítulo III, se desarrolla en detalle el diseño de una metodología a seguirse, para evaluar e identificar los componentes de pérdidas no técnicas de la ciudad de Ibarra, de allí que este capítulo se considera el más importante, porque se presenta los procedimientos a seguirse en la evaluación e identificación de las pérdidas no técnicas. Se debe mencionar que las pérdidas técnicas son obtenidas en la tesis de Lucio Rivera, ya referida, mientras tanto las pérdidas no técnicas, se determinan mediante la diferencia entre las pérdidas totales obtenidas del balance de energía y las pérdidas técnicas calculadas.

En el capítulo IV, se presenta en forma detallada el balance anual de energía para Ibarra, de éste se obtienen las pérdidas totales; en tanto que, las pérdidas no técnicas se determinan mediante la diferencia entre las pérdidas totales y las pérdidas técnicas. Mediante la teoría desarrollada en el capítulo III, se determinan los componentes de pérdidas no técnicas, para así identificar los que más contribuyen y aplicar las medidas correctivas que permitan reducirlas a niveles aceptables. En síntesis este capítulo es una aplicación práctica de la teoría desarrollada en el capítulo III.

En el capítulo V, se presenta una serie de métodos generales para el control y reducción de pérdidas no técnicas, basándose en los resultados obtenidos en el capítulo IV; se

selecciona las medidas correctivas para controlar y reducir las pérdidas no técnicas. Por último, se presenta un plan de acción integral que permite identificar las causas de las pérdidas, las mismas que contribuyan a buscar soluciones que disminuyan notablemente los índices de dichas pérdidas.

En el capítulo VI, se presenta un análisis económico y financiero de la energía recuperable, basándose en medidas seleccionadas; así se determinan los niveles de recuperación económica y financiera rigiéndose en los indicadores económicos, los mismos que indican si conviene realizar el proyecto de control y reducción de pérdidas eléctricas del caso analizado.

Finalmente en el capítulo VII, se presentan las conclusiones y recomendaciones basadas en los resultados obtenidos del presente estudio.

1.3 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO EMELNORTE S.A.

Características Relevantes del Sistema

La Empresa Eléctrica Regional del Norte (EMELNORTE S.A), tiene a su cargo la generación, transmisión, distribución y comercialización de energía en su área de concesión.

El área de concesión de EMELNORTE S.A., es de 11,219.5 km², que corresponde las provincias del Carchi e Imbabura, los cantones de Cayambe y Pedro Moncayo correspondientes a la provincia de Pichincha, así como también el noroccidente de la provincia de Sucumbíos.

Los voltajes de operación para el sistema de subtransmisión son de: 69 kV y 34.5 kV, con una longitud total de 377.1 km aproximadamente.

Las líneas primarias de distribución son de tipo radial y aéreas; con niveles de voltaje de: 13.8 kV, 6.3 kV y 5 kV; y con una longitud aproximada de 2,900 km.

El número de abonados de EMELNORTE para el año de 1997, fue de 110,535 y con un porcentaje de crecimiento del 4.19 %.

En el cuadro 1.1 se presenta el número de abonados por tarifas.

TIPO DE TARIFAS	NUMERO DE ABONADOS
RESIDENCIAL	98,083
COMERCIAL	8,196
INDUSTRIAL	1,924
ALUMBRADO PÚBLICO MUNICIPAL	14
OTROS	2,318
TOTAL	110,535

Cuadro 1.1: Número de abonados por sectores de consumo⁵

En el cuadro 1.2, se presenta en forma detallada los aspectos técnicos más importantes del sistema eléctrico de EMELNORTE S.A. Los mismos que fueron proporcionados por el Departamento de Planificación.

DESCRIPCION	VALOR
ENERGIA COMPRADA TOTAL [MWh]	213,692
ENERGIA DE GENERACION PROPIA [MWh]	65,682
ENERGIA TOTAL REQUERIDA [MWh]	279,374
ENERGIAS FACTURADA NETA [MWh]	243,950
PERDIDAS TOTALES DE ENERGIA [MWh]	35,424
PERDIDAS TOTALES PORCENTUALES	12.68 %
DEMANDA MAXIMA [MW]	64.55
CAPACIDAD PROPIA INSTALADA [MW]	17.38
CENTRALES HIDRAULICAS [MW]	14.88
CENTRALES TERMICAS [MW]	2.50
FACTOR DE CARGA	0.53
POBLACION TOTAL DEL SECTOR ELECTRICO	653,642
POBLACION SERVIDA	552,675
PORCENTAJE DE POBLACION SERVIDA	84.55 %
CAPACIDAD INSTALADA POR HABITANTE [kVA]	0.50
ENERGIA GENERADA POR HABITANTE [kWh]	428
NUMERO TOTAL DE USARIOS EN 1997	110,535
CAPACIDAD INSTALADA EN S/E DE DISTRIBUCION [MVA]	128.25
CAPACIDAD INSTALADA EN TRANSF. DE DISTRIBUCION [MVA]	123.99

Cuadro 1.2: Características técnicas más relevantes para el año 1997⁵

CAPITULO II

FUNDAMENTOS TEORICOS DE LAS PERDIDAS ELECTRICAS

2.1 INTRODUCCION

Este capítulo presenta las definiciones principios y procedimientos más importantes dentro de los estudios de pérdidas en sistemas eléctricos, así como el avance teórico actual de esta temática.

Se profundiza en los elementos teóricos sobre pérdidas, haciendo más énfasis en el estudio de pérdidas no técnicas debido a su importancia y por ser el tema central de la presente tesis, lo que permitirá abarcar con mayor claridad el análisis posterior que se desarrolla en este estudio.

En estudios anteriores se ha determinado que existe una fuerte correlación entre la capacidad administrativa de una empresa y su nivel de pérdidas. Esta relación es aún más estrecha si se considera separadamente el nivel de pérdidas no técnicas, puesto que, como se tratará de demostrar más adelante, estas pérdidas están íntimamente relacionadas con los procesos administrativos, por esta razón, se describe en este capítulo una clasificación de pérdidas no técnicas que pretende clarificar esa relación.

Por la naturaleza de las pérdidas no técnicas, no es posible encontrarlas en los sistemas de generación, transmisión y subtransmisión, por esta razón su estudio se concentra en el sistema de distribución.

2.2 TIPOS DE PERDIDAS EN SISTEMAS ELECTRICOS

Las pérdidas en sistemas eléctricos suelen clasificarse en pérdidas técnicas o físicas y no técnicas o negras.

2.2.1 Pérdidas Técnicas

El conjunto de pérdidas eléctricas de un sistema debidas a fenómenos físicos son las denominadas pérdidas técnicas del mismo, éstas se deben a condiciones propias de la conducción y transformación de la energía eléctrica².

El nivel de pérdidas técnicas, refleja la calidad del servicio lo que puede ser descrito desde el punto de vista de diseño y operación; el exceso de pérdidas técnicas de un sistema eléctrico, es resultado de la aplicación de decisiones y criterios erróneos respecto al diseño del sistema y condiciones inadecuadas de operación.

2.2.2 Pérdidas No Técnicas

Las pérdidas no técnicas representan energía que está siendo utilizada para algún fin, pero por la cual la empresa no recibe pago alguno. Estas están íntimamente relacionadas con la eficiencia administrativa de la empresa que incluye los procedimientos de facturación y recaudo, así como el marco legal y humano, tanto interno como externo a la empresa distribuidora.

En la figura 2.1, se presenta una clasificación general de pérdidas eléctricas.

PERDIDAS TECNICAS

Por Tipo:

- | |
|--|
| <ol style="list-style-type: none">1. PERDIDAS POR TRANSPORTE<ul style="list-style-type: none">● EN LINEAS DE TRANSMISION● EN LINEAS DE SUBTRANSMISION● EN CIRCUITOS DE DISTRIBUCION PRIMARIA● EN CIRCUITOS DE DISTRIBUCION SECUNDARIA2. PERDIDAS POR TRANSFORMACION<ul style="list-style-type: none">● EN TRANSMISION / SUBTRANSMISION● EN SUBTRANSMISION / DISTRIBUCION● EN TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCION |
|--|

Por Causa:

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">● PERDIDAS POR EFECTO CORONA● PERDIDAS POR EFECTO JOULE● PERDIDAS POR CORRIENTES PARASITAS E HISTERESIS |
|---|

PERDIDAS NO TECNICAS

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">● FRAUDE● ERROR EN MEDICION● CONSUMO DE USUARIOS NO SUSCRIPTORES● ERRORES EN CONSUMO PROPIO DE LA EMPRESA● ERRORES EN CONSUMOS ESTIMADOS |
|--|

Figura 2.1: Clasificación de Pérdidas Eléctricas²

2.3 CARACTERISTICAS DE PERDIDAS TECNICAS Y NO TECNICAS

2.3.1 Características de Pérdidas Técnicas

Las pérdidas técnicas constituyen energía que se disipa a través de un elemento físico y no puede ser aprovechada de ninguna manera; no existe forma de evitar las pérdidas técnicas, lo que sí se puede, es reducirlas a un nivel permitido para cada tipo de sistema eléctrico.

La mejor estrategia de reducción de pérdidas técnicas, consiste en realizar un planeamiento adecuado, tanto de la operación como de la expansión del sistema. Para lograr una planificación eficaz y una reducción efectiva de las pérdidas técnicas, se deben tomar en cuenta los siguientes criterios:

- Diagnosticar el estado actual del sistema.
- Predecir la carga.
- Revisar las normas y criterios de expansión.
- Realizar un estudio del sistema mediante la aplicación de un programa computacional diseñado para conocer el estado actual del sistema de distribución, puede ser el DPA/G (Distribution Primary Analysis Graphics).
- Mejorar el factor de potencia.
- Mejorar el balance de las fases.
- Mejorar la carga de transformadores y usuarios.

El nivel de pérdidas técnicas, es el reflejo del nivel de ingeniería utilizado, una forma de comprobar, es mirando con atención la historia de las pérdidas y las causas que las producen.

Pérdidas Técnicas y Demanda

a. **Pérdidas asociadas con la variación de la demanda (carga)**

Son aquellas pérdidas que se encuentran relacionadas con la corriente que circula por el elemento del sistema, son las debidas al efecto Joule. Su magnitud es proporcional al cuadrado de la corriente.

$$P_L = I^2 R \quad (2.1)$$

Donde :

- P_L : Pérdidas en el elemento del sistema
 I : Corriente que circula por el elemento
 R : Resistencia del elemento²

b. **Pérdidas cuyo valor es aproximadamente independiente de la carga del sistema (vacío)**

Estas pérdidas dependen principalmente de la variación del voltaje del sistema, son independientes de la variación de la demanda. Se presentan en los transformadores y máquinas eléctricas, se deben a las corrientes de Foucault y al fenómeno de histéresis producido por las corrientes de excitación, también se incluyen en esta clase de pérdidas, las debidas al efecto corona, éstas se producen en líneas de transmisión y subtransmisión; en líneas de distribución primaria son despreciables.

Debido a que los sistemas eléctricos funcionan con fluctuaciones de voltaje relativamente pequeñas, es frecuente considerar las pérdidas en vacío como un valor constante.

Para calcular con más precisión las pérdidas de vacío en función de la variación de voltaje, se aplica la siguiente ecuación:

$$P_L^{jv} = P_L^{iv} (V^j/V^i)^2 \quad (2.2)$$

Donde:

- P_L^{iv} : Pérdidas en vacío (W) a un valor de voltaje V^i
 V^j : Valor de voltaje al cual se desea conocer las pérdidas²

División del Sistema

Para el estudio de pérdidas técnicas en un sistema eléctrico es conveniente clasificarlo en subsistemas o categorías para lograr ciertas simplificaciones en los cálculos; el número de divisiones dependerá de la complejidad e información que se tenga disponible.

Es frecuente considerar las siguientes divisiones, ya que ellos presentan ciertas características comunes:

- Subsistema de Generación.
- Subsistema de Transmisión.
- Subsistema de Subtransmisión.
- Subsistema Primario de Distribución.
- Subsistema Secundario de Distribución.

Los subsistemas de transmisión y subtransmisión se caracterizan por:

- Tener reducido número de elementos.
- Tener corrientes relativamente pequeñas.
- Ser parte del sistema donde se presentan pérdidas por efecto corona.
- Estudiarse en forma periódica.
- Tener suficientes aparatos de medida y disponer de centros de control muchas veces dotados de mediciones en tiempo real.

- Disponer de una adecuada información acerca de los equipos que lo componen, incluyendo líneas y transformadores de potencia².

En los subsistemas primarios de distribución es frecuente la falta de instrumentación necesaria que se requiere para obtener la información básica, para la estimación de pérdidas.

Los subsistemas secundarios de distribución, son las partes del sistema más difíciles de analizar, debido a los siguientes aspectos:

- La falta de instrumentos de medida y por lo tanto, carencia de información.
- La gran diversidad en el consumo, como en la instalación de cada usuario.

Demanda

Las pérdidas de potencia y energía en un subsistema de distribución, dependen de la demanda que deben suministrar, por lo tanto un conocimiento adecuado de este valor, permitirá que el estudio de las pérdidas del sistema sea acertado.

Para la estimación de demanda y consumo de energía en diferentes puntos del sistema de distribución, es necesario disponer de una serie de aparatos de medición instalados en esos puntos; en los cuales se pueda obtener información sobre los valores de voltaje, corriente, potencia activa, potencia reactiva, energía y factor de potencia.

Para la obtención de información sobre la carga se requiere gran cantidad de aparatos de medida y llevar un registro voluminoso de información, que resulta ser un factor limitante presentado en la mayoría de las empresas distribuidoras. Por esta razón, las características de la carga se estiman de manera indirecta con la ayuda de una serie de factores, como el factor de carga, factor de coincidencia, factor de pérdidas, capacidad instalada, energía consumida, número de usuarios, etc.

Las características de carga que frecuentemente se determinan son:

- a. Demanda máxima individual o demanda promedio (diaria mensual, anual o por estación) para:
 - Cada clase de consumo (estrato) y sector.
 - Todo el sistema.
- b. Demanda máxima o demanda promedio por aparatos (diaria, mensual, anual o por estación) para:
 - Usuario.
 - Clase.
 - Sistema.
- c. Factores de coincidencia y diversidad con relación al estrato, al sistema y al número de usuarios.
- d. Energía utilizada por día, mes o año dado por aparato, usuario clase o sistema.
- e. Demanda promedio para un día laboral, fin de semana o un día festivo, teniendo en cuenta las características del mes.

2.3.2 Características de Perdidas No Técnicas.

Presentación De La Problemática.

En la operación comercial de una empresa distribuidora; la energía eléctrica generada y comprada por la empresa, debe ser transportada a los centros de consumo para venderla a los usuarios. El éxito de su gestión depende de una adecuada relación entre los costos de producción y los ingresos por ventas.

La empresa debe llevar registros precisos de la energía suministrada a los usuarios, con el fin de recaudar toda la energía consumida; sin embargo, se presentan inexactitudes en el registro de consumos, los cuales se convierten en pérdidas para la empresa. Por otra

parte es muy difícil que la empresa logre recaudar el pago de toda la energía que fue registrada, esta diferencia de energía que se pierde se denomina pérdidas no técnicas. La relación entre la energía suministrada a los usuarios y la recaudada, constituye la eficiencia no técnica o administrativa de las empresas distribuidoras de energía eléctrica.

En varios estudios se ha determinado que existe una fuerte correlación entre el nivel de pérdidas no técnicas y la capacidad administrativa de una empresa, esta es aún más estrecha si se considera separadamente el nivel de pérdidas no técnicas. Puesto que, como se mostrará más adelante, el nivel de pérdidas no técnicas está íntimamente relacionado con la eficiencia de los procesos administrativos de la empresa.

No es posible reducir las pérdidas no técnicas a cero, ni en las empresas mejor organizadas, no obstante, se ha mostrado que existe una fuerte relación entre el éxito comercial de una empresa y su capacidad de mantener las pérdidas dentro de niveles aceptables. La relación entre pérdidas técnicas y no técnicas se presenta en la figura 2.2.

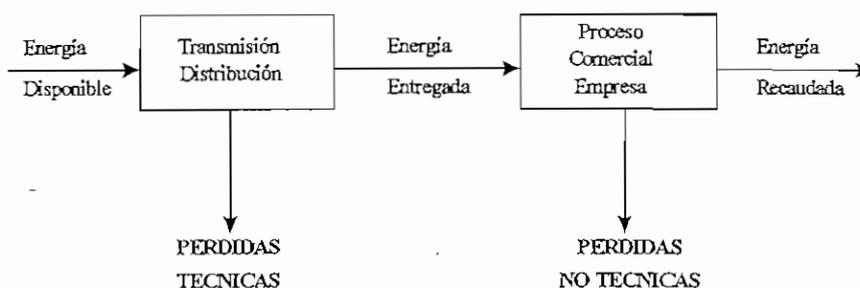


Figura 2.2: Pérdidas de Energía²

A pesar de la relación existente entre pérdidas técnicas y no técnicas, hay una diferencia fundamental entre ellas, las pérdidas técnicas si representan una verdadera pérdida de energía desde el punto de vista físico, es energía que no puede ser utilizada de ninguna manera. Mientras que las pérdidas no técnicas, representan energía que si está siendo utilizada para algún fin, la misma que es evadida del pago.

La forma más efectiva de reducir las pérdidas no técnicas, es por medio de una organización administrativa adecuada de la empresa. Tan fuerte es la relación entre las pérdidas de energía y la capacidad institucional de la empresa, que el nivel de pérdidas ha sido considerado como uno de los indicadores más significativos del desempeño de una empresa.

Un sistema de medición defectuoso, o que no se aplique periódicamente, unido a procesos de facturación inadecuados. Además, si no se tiene un control para detectar las conexiones ilegales, como consecuencia de esto hace que las empresas tiendan a tener una cartera morosa elevada; de allí que se necesita hacer un control técnico de la red de distribución, esto es realizando estudios del estado actual del sistema mediante programas computacionales como el Distribution Primary Analysis Graphics. Es necesario realizar investigaciones de campo, con el fin de identificar a los usuarios que están cometiendo fraude mediante el robo de la energía eléctrica, por tanto, se deben tomar las medidas correctivas del caso, para tener un mayor control del hurto de energía.

Las pérdidas no técnicas globales se calculan como la diferencia entre las pérdidas totales de un sistema eléctrico y las pérdidas técnicas determinadas para el mismo.

La incertidumbre en la determinación global de las pérdidas no técnicas aumenta cuando crece el error en estimación de las pérdidas técnicas. Es necesario desagregar las pérdidas no técnicas según su distribución geográfica, esto permite localizarlas con el fin de detectar las áreas más afectadas, en las cuales se debe iniciar un proceso de control con el propósito de reducirlas a niveles aceptables.

La revisión de las instalaciones de medida y acometidas, constituye una herramienta efectiva para la detección de infractores y el control de pérdidas no técnicas. La misma que persigue dos fines:

- Identificar las instalaciones con medidas defectuosas.

- Servir como datos de muestreo para la estimación de pérdidas debidas al fraude, para lo cual se recomienda utilizar una muestra estratificada.

A diferencia de las pérdidas técnicas, la reducción de pérdidas no técnicas produce un incremento en los ingresos por ventas; sin embargo, existe una relación indirecta, ya que la reducción puede llevar a una reducción de consumos de ciertos clientes. Según estimaciones del Banco Mundial se ha demostrado que al aplicar mediciones correctivas en ciertos estratos tienden a reducir sus consumos hasta en un 30 %⁴.

Las pérdidas no técnicas se pueden considerar como pérdidas variables con la demanda, ya que éstas forman parte de la demanda misma, por ser una carga no registrada. Un buen porcentaje de empresas eléctricas del país no hacen nada por determinar el origen de éstas; entre las principales causas, se pueden mencionar las siguientes:

- En general las pérdidas no técnicas reflejan la efectividad de los sistemas de facturación, precisión de los equipos de medición y dificultades de las empresas para cobrar el servicio prestado, es decir, dependen del grado de desarrollo técnico-administrativo de una empresa. Su reducción requiere de mejoras en la facturación y programas de control de usuarios, acometidas y equipos de medición, lo cual es complicado, porque se necesita de la colaboración de los usuarios.
- Por no saber los beneficios técnico-económicos para la empresa, por el desconocimiento del nivel de pérdidas negras, lo cual no permite realizar un análisis beneficio-costos que determine la conveniencia de su aplicación.
- Por la inversión inicial que se necesita hacer en la adquisición de equipos, capacitación de ingenieros y contratación de personal adicional.

Para atacar el problema de pérdidas no técnicas, es necesario que las empresas determinen el nivel de pérdidas, clasifiquen a los usuarios y las zonas de mayor influencia.

2.3.3 Niveles de Pérdidas

Es difícil establecer un nivel óptimo de pérdidas totales para cualquier sistema, dado que dependen de las características propias del mismo, de los costos y beneficios que se deriven de la reducción de pérdidas de energía.

El porcentaje óptimo de pérdidas debe ser una definición económica de cada empresa para largo plazo. Sólo como ejemplo, considérese que en los Estados Unidos las pérdidas totales incluidos los sistemas de transmisión y distribución totalizaron el 7.4 % en 1987, después de haber sido el 12.3 % en 1956, en función del porcentaje de la energía entregada³.

De allí que para el caso de EMELNORTE S.A., el porcentaje de pérdidas para el año 1990 fue del 18.1 %, mientras que para el año 1996 fue del 13.8 % de la energía entregada al sistema⁵.

Es posible reducir más aún este nivel de pérdidas y establecer un nivel óptimo económico, que sea resultado de un equilibrio de los ahorros obtenidos al reducir las pérdidas y los costos asociados a esta reducción.

2.4 MANIFESTACIONES

Las más frecuentes manifestaciones de las pérdidas no técnicas son:

- a. El uso fraudulento de la electricidad por parte de los usuarios.
- b. Errores en las mediciones que sirven de base para facturar a los clientes.

- c. Errores en los consumos eléctricos facturados a los clientes, causados por deficiencias en los sistemas administrativos de las empresas suministradoras de la energía eléctrica.

Cabe indicar que en muchos casos el uso fraudulento del servicio eléctrico, es resultado de políticas existentes que dificultan el uso de la electricidad o que las empresas no desean o no pueden prestar servicios a los usuarios y estos se ingenian para obtenerlo, sin importar las circunstancias⁴.

El Banco Mundial en conjunto con INECEL, visitaron varias empresas eléctricas del país con el fin de identificar las posibles causas de las pérdidas no técnicas y desarrollar un programa para cuantificar mejor dichas pérdidas.

Cuatro empresas eléctricas se comprometieron a realizar los estudios de pérdidas: Empresa Eléctrica del Ecuador (EMELEC), Empresa Eléctrica Manabí (EMELMANABI), Empresa Eléctrica Regional Guayas - Los Ríos (EMELGUR) y la Empresa Eléctrica Quito (EEQSA). De los estudios realizados se desprende que el fraude es la causa más apreciable de las pérdidas no técnicas y más pronunciado en EMELMANABI y EMELGUR; en tanto que EMELEC, parece tener un control más efectivo sobre el fraude y los defectos de las mediciones.

A falta de datos concretos provenientes de las empresas eléctricas de la Sierra, se hicieron extrapolaciones de lo que podrían ser las pérdidas no técnicas en éstas, los estudios se basaron en conocimientos íntimos de los técnicos que trabajan con estos programas. Reconociendo que muchas de las apreciaciones son subjetivas, se concluyó que no es de esperarse que existan grandes variaciones en las pérdidas totales de las empresas que no fueron investigadas y en las que fueron estudiadas. Sin embargo, se consideró que los componentes de pérdidas no técnicas deberían ser diferentes entre las empresas de la Costa y las de la Sierra; el factor de fraude es más significativo en las primeras, mientras que las deficiencias en las mediciones deberían ser más importantes en las segundas⁴.

Un aspecto muy importante en el aumento del fraude, es el probable aumento en las tarifas, a medida que aumentan los costos de la energía, aumentan también los incentivos para el uso ilícito, ya sea por medio de conexiones directas a las redes secundarias o por medios ilícitos para reducir la facturación.

2.5 INCIDENCIA DE LAS PERDIDAS DE ENERGIA

2.5.1 En la Gestión Técnico-Económica de las Empresas Prestatarias

El valor de las pérdidas es uno de los indicadores de la gestión técnico-administrativa de la empresa, por lo cual es imprescindible conocer y evaluar la incidencia de las mismas en diferentes etapas de un sistema eléctrico.

La falta de control de pérdidas de energía tiene un doble efecto sobre la gestión empresarial:

- a. Produce un rápido deterioro de las redes e instalaciones, obligando a fuertes inversiones tanto en la renovación como en ampliaciones que luego no reeditan adecuadamente, pues tienen que ser sobredimensionadas para poder soportar el incremento indiscriminado de los consumos.
- b. Origina una pérdida de los ingresos por consumos no facturados, con un incremento de los gastos de venta o producción de energía, como los de explotación, motivado en un mayor nivel de las reparaciones de redes e instalaciones por una operación inadecuada de las mismas⁶.

Los programas de reducción de pérdidas necesitan de una persistencia en el tiempo para obtener resultados satisfactorios, este mecanismo produce una indiferencia, lo cual facilita la degradación de los procedimientos y controles que lleva a un fuerte deterioro de la operación dando lugar a:

- Desarrollo de un sentimiento generalizado de impotencia en los responsables de la supervisión y control.
- Encubrimiento de acciones ilícitas por parte de los propios integrantes de la organización ya sea en beneficio propio, o de terceros que perjudican económicamente a la empresa.
- Creación entre los usuarios de una sensación creciente de impunidad, que se traduce en un aumento permanente de la agresividad para hurtar energía, o realizar todo tipo de fraude, para reducir ilícitamente los registros de consumos y por ende el valor de la facturación.

2.5.2 En el Orden Social

A partir de los años 80 se produce un deterioro económico en la región latinoamericana, lo que ha llevado a un incremento de pérdidas de energía eléctrica por el empobrecimiento de los usuarios de ingresos medios bajos.

La fuerte caída del poder adquisitivo de las clases media y baja han obligado a los usuarios a poner en práctica nuevas técnicas de hurto, para apropiarse en forma indebida de la energía eléctrica, agrediendo a redes e instalaciones que generalmente se encuentran en la vía pública, sin ningún control de la empresa eléctrica.

Dada la falta de una legislación adecuada tanto desde el punto de vista comercial-administrativo, como en lo penal, han creado en los usuarios una conciencia de impunidad total ante estos hechos. Esto lleva a los usuarios que cumplen normalmente con sus obligaciones de pago de consumos; se sientan incitados por los que les rodean, los cuales se aprovechan indebidamente de las instalaciones a través del uso gratuito de la energía, lo cual hace que estos los inciten a no pagar las facturas, o en su defecto manipular las instalaciones y los aparatos de medición para evadir los registros reales, generándose así situaciones irregulares.

Este fenómeno que en principio se producía solamente en algunas áreas marginales, donde no existían redes legalmente instaladas, se va extendiendo a barrios y zonas residenciales de nivel socio-económico alto. En donde el usuario solicitaba la conexión, pero luego por causas propias falta de documentación u otro requisito o por ineficiencia de la empresa, no era resuelto en tiempo razonable, razón por la cual optaba por conectarse ilegalmente sin abonar los consumos correspondientes⁶.

2.5.3 En el Orden de la Etica y la Moral

El robo de energía eléctrica por medio de conexiones directas sobre las redes de distribución y la alteración de los medidores, se realizan en forma indiscriminada y con una alta impunidad, lo cual produce efectos económicos negativos en los ingresos de las empresas, lo que incide sobre la moral y ética de la población.

Si bien no es justificable, sería comprensible que en las zonas periféricas, los habitantes de escasos recursos económicos traten de apropiarse de la energía eléctrica mínima necesaria, sin realizar pago alguno, por ser un elemento indispensable. El hurto de energía no se produce con tanta frecuencia en zonas residenciales o clubes privados, donde los habitantes poseen recursos económicos suficientes, lo cual convierte este acto directamente en un delito penable.

En las industrias y comercios donde la característica más frecuente del robo de energía eléctrica consiste en la alteración de los medidores del consumo de energía, por medio de una intervención técnicamente ilícita; lo cual hace que la degradación ética y moral sea más injustificable, dado que con esto se consigue un beneficio económico para el infractor, fomentando la competencia desleal y la evasión fiscal que repercute sobre toda la sociedad⁶.

2.5.4 En los Aspectos de Seguridad

Los usuarios cometen verdaderas agresiones sobre las instalaciones eléctricas en el hurto de energía eléctrica, lo cual produce un rápido deterioro de las mismas con serias consecuencias para la seguridad pública.

En el caso de redes de distribución secundaria ubicadas en zonas residenciales periféricas, las conexiones ilícitas son realizadas generalmente por los propios residentes, sin ninguna norma técnica. Utilizan conductores inadecuados que los llevan hasta los domicilios de las más variadas formas, ya sea por los árboles, paredes, techos de otras casas, postes de madera común de pequeña altura, etc., formándose un verdadero enjambre de cables que constituyen circuitos secundarios informales; debido a sus precarias condiciones, se convierten en un serio y constante peligro para personas que circulan por la vía, además, contribuyen de manera significativa en el aumento de pérdidas⁶.

A esto también se suma una reducción en el nivel de voltaje y confiabilidad del servicio eléctrico a los usuarios normales que reciben suministros de las redes donde se derivan estas conexiones clandestinas, a tal punto que:

- No se puede usar ningún electrodoméstico en las horas pico de mayor demanda.
- Ante la menor contingencia climática adversa (viento, tormentas eléctricas, lluvias, etc.), la confiabilidad de las redes se vuelve precaria, produciendo fallas en el servicio eléctrico.

Así mismo, la permanente agresión por personas inexpertas sobre las redes de distribución produce un rápido deterioro, que puede conducir a una rotura de los conductores, haciendo que estas redes se vuelvan peligrosas para realizar el mantenimiento necesario y para las personas que circulan por la vía pública. De la misma manera, el manejo por personas no idóneas de partes sensibles de las instalaciones como elementos de maniobra y protección, transformadores y medidores;

produce sobre éstos un deterioro prematuro con el consabido aumento de fallas y una fuerte disminución de las condiciones de seguridad, que aumenta el peligro permanente para el personal de mantenimiento de la empresa, como de los propios infractores que lo manipulan.

Así es frecuente que se produzcan hechos lamentables con graves consecuencias (quemaduras y aún muertes), de los usuarios ilegales que manipulan las instalaciones, que por desconocimiento técnico actúan sobre redes de medio voltaje 6.3 kV o más, pretendiendo hacer conexiones directas de las líneas de alto voltaje para obtener suministro de energía para sus domicilios.

Lo mismo ocurre con la acción permanente sobre las borneras de los medidores o transformadores de medición, que producen el recalentamiento de las mismas, por tanto, la falla del elemento correspondiente, lo que obliga hacer reemplazos o reparaciones necesarias para corregir la falla de estos.

2.6 CLASIFICACION DE LAS PERDIDAS NO TECNICAS

Las pérdidas no técnicas suelen ser clasificadas de dos formas:

1. Clasificación por la causa que las producen:

- Fraude o hurto (por parte de los suscriptores).
- Consumo de usuarios no suscriptores o contrabando.
- Error en la medición de energía (de suscriptores con contador).
- Error en consumo estimado (de suscriptores sin contador).
- Error en consumo propio de la empresa².

2. Clasificación según la relación con las actividades administrativas de la empresa:

- Por registro de consumos.
- Por facturación incorrecta de los usuarios.
- Por recaudación².

2.6.1 Según la Causa que las Producen

a. Fraude o hurto por parte de los suscriptores

El fraude es la alteración por parte del suscriptor del funcionamiento de los equipos de medición, reduciendo los registros de consumo que ocasionan error en la lectura que hace la empresa. Las principales formas de fraude en contadores son:

- Puente de chequeo y calibración.
- Conexión invertida.
- Contador acostado o inclinado.
- Intercambio de una línea (fase) con el conductor neutro.
- Contador perforado.
- Freno de disco.
- Alteración de registro.
- Alteración de la bobina de voltaje.
- Línea directa.

b. Consumo de usuarios no suscriptores o contrabando

Son todas aquellas conexiones no autorizadas por la empresa, cuyo objetivo es extraer el fluido eléctrico de la red, evadiendo con esto, el pago obligado por parte de las personas o entidades beneficiadas con dicha sustracción.

Esta modalidad es más frecuente en los estratos bajos del sector residencial, sin implicar con esto que no se presente en los demás. En realidad existen dos condiciones que hacen aumentar el contrabando de energía: en primer lugar, es la cercanía y fácil acceso a la red de distribución secundaria que existe en ciertos sectores urbanos, especialmente en las invasiones, en segunda instancia, es la oportunidad aprovechada por suscriptores a los que se les ha cortado el servicio por falta de pago, para conectarse a la red en forma clandestina. Generalmente este rubro es el que más peso tiene, dentro del conjunto de pérdidas no técnicas⁷.

c. Error en la medición de energía

El error en la medición de los instrumentos es producto de la influencia de agentes externos tales como: humedad, polvo, óxido, etc., a los anteriores se suma el envejecimiento progresivo de los contadores y en ocasiones, la baja calidad de los mismos o su inadecuada instalación.

d. Error en consumo estimado

Corresponde a todos los suscriptores que por cualquier motivo se facturan basándose en una estimación de su consumo. Incluye los casos de usuarios temporales a los cuales la empresa decide no instalar el medidor.

Los errores en la estimación de consumo se producen por políticas inadecuadas de las empresas en la asignación de una tarifa fija, como consecuencia de diferentes factores que pueden ser:

- Actividades periódicas como la construcción, en donde no se justifica la instalación de un medidor por razones económicas; entonces se ha optado por adjudicar una tarifa fija, que depende de la política interna de cada empresa en particular.
 - Pueden existir barrios marginales donde no es posible facturar la energía de manera convencional, debido a los bajos recursos económicos de sus habitantes; entonces se decide establecer una tarifa fija reducida para todos los moradores.
- e. **Error en consumo propio de la empresa**

Como su nombre lo indica, es toda la energía tomada del sistema que es utilizada por las instalaciones de la empresa, tales como: oficinas, subestaciones, talleres, etc. Pero no se contabiliza en forma debida, su medición crea un auto control en la empresa para el mejor uso de la energía.

2.6.2 Según la Relación con las Actividades Administrativas de la Empresa

a. Por registro de consumos

Es un procedimiento por medio del cual la empresa distribuidora obtiene un valor estimado de la energía entregada a cada usuario durante un período tiempo determinado. A éste se le denomina "*Período de Facturación*".

Si la energía entregada a un suscriptor no se mide en forma precisa, o si es mal registrada en el archivo correspondiente, su valor no puede ser recaudado adecuadamente, la energía que no se cobra representa una pérdida financiera para la empresa. A este valor se denomina pérdidas en el proceso de registro.

El proceso de registro de consumos se compone de dos partes, la primera se efectúa una lectura de los medidores, en la segunda parte los valores leídos se convierten a valores de energía, usando constantes de proporcionalidad de los

medidores y relaciones de transformación de los transformadores de medida (TC Y TP).

b. Facturación

Una vez que los consumos han sido registrados, se procede a la facturación de los mismos. Para que el proceso sea completo, es preciso que la información acerca de los suscriptores sea completa verdadera y exacta, de lo contrario se presentarán errores en la facturación, los cuales pueden resultar en energía que no se cobra con la tarifa correcta; la energía correspondiente a esos errores no es pagada a la empresa. A esta se le conoce como pérdidas en facturación.

c. Recaudación

Después de producida la facturación para el cobro de la energía, viene el proceso de recaudación. Por varias razones sólo una parte de la energía que se facturó llega finalmente a ser recaudada, la energía que no puede ser recaudada representa también una pérdida, llamada pérdida en el proceso de recaudo.

2.6.3 Pérdidas Durante el Registro de Consumos

Las pérdidas que se producen durante el registro de consumos incluyen toda la energía consumida que no queda registrada en los archivos de los usuarios, o es registrada inadecuadamente. Una parte de esta corresponde a las instalaciones que se realizan con contador y otra a instalaciones que carecen del mismo.

Usuarios Sin Medidor

Las pérdidas en el registro se producen en usuarios sin medidor, se puede mencionar las siguientes:

a. Conexiones ilegales o contrabandos

Son conexiones directas a la red sin el consentimiento de la empresa; toda la energía consumida por estos infractores representa pérdidas para la institución.

b. Errores en estimación de consumos

Como se ha mencionado en el caso de algunos suscriptores con consumos bajos, la empresa se ve obligada a estimar la energía consumida, sin la necesidad de instalar un medidor de energía. Esta práctica puede conducir a subestimar sistemáticamente el consumo, lo que implica a que el usuario incremente su demanda.

c. Error en la estimación de consumos propios no medidos

Los consumos propios de la empresa deben estimarse de manera precisa, mediante mediciones, en ausencia de estas la estimación del consumo propio puede conducir a errores significativos de registro.

d. Errores por instalaciones provisionales

Es práctica común de muchas empresas la celebración de contratos de manera provisional, o la demora en la instalación de los medidores una vez elaborado el contrato definitivo, en ambos casos esta práctica puede conducir a errores en el registro de consumos.

Usuarios Con Medidor

En muchos casos, los usuarios con medidor presentan mayores pérdidas no técnicas, que los que carecen de éste, esta situación se debe a que entre los usuarios con medición, se encuentran los grandes clientes; los usuarios sin medidor generalmente

tienen consumos más reducidos. Algunos tipos de pérdidas producidas en los usuarios con medidor, son las siguientes⁸:

a. Fraude

Bajo este rubro se consideran todas las adulteraciones fraudulentas de los equipos de medición y la modificación ilegal de las conexiones, con la finalidad de inducir a un error en la medición de consumos por parte de la empresa.

b. Errores en la medición del consumo

Este tipo de error se puede presentar por varias causas: descalibración natural o accidental del medidor, daño de éste, etc. Se debe considerar una posible instalación defectuosa del medidor; esta última situación es más probable en el sector industrial, generalmente en alto voltaje, donde su efecto es más considerable.

c. Errores en el procedimiento administrativo del registro de consumos

Se incluyen aquí todas las causas de error del registro de consumos, que no están asociadas con la medición. Se pueden mencionar las siguientes: fallas en el registro de medición por parte del personal de lectura, errores en el procedimiento de medición posteriores a la lectura, etc.

2.6.4 Pérdidas Durante la Facturación

Toda la energía registrada del consumo de usuarios suscriptores debería ser facturada. Pero no es posible, ya que se producen errores que impiden la facturación de toda la energía registrada, a continuación se menciona los siguientes:

a. Mala información sobre suscriptores

Una de las principales fuentes de error durante el proceso de facturación, está asociada con la mala información en el archivo del suscriptor. Entre estos errores se puede incluir:

- Tarifa incorrecta.
- Información errónea sobre el medidor y equipo auxiliar.
- Falta de información sobre el transformador asociado con el usuario, ó información errónea, producto de esta información incorrecta, el cálculo de los costos de energía consumida, conduce a pérdidas económicas para la empresa.

b. Mal uso de la información

Si la información dada sobre el usuario es correcta, pueden presentarse algunas causas de error que afectan al valor que se recauda, las más frecuentes son:

- Procedimiento inadecuado de facturación.
- Falta de control sobre la corrección de errores producidos en la facturación, ante reclamos de usuarios suscriptores.
- Ausencia o deficiencia del programa de seguimiento de irregularidades de facturación o de otro tipo.
- Control de los consumidores con tarifa especial, como los empleados de la empresa eléctrica, etc.
- Retardo en la facturación, lo que conduce tener pérdidas financieras.

2.6.5 Pérdidas Durante la Recaudación

De la energía que se factura a los usuarios, la empresa no logra recaudar toda la energía consumida. Se pueden distinguir dos situaciones:

a. Facturas no pagadas

Las fuentes de pérdidas por facturas no pagadas son las siguientes:

- Cuenta no enviada al cliente.
- Usuario sin la capacidad de pago.
- Deficiencia en el control sobre cuentas morosas (por cobrar).

b. Facturas pagadas

Cuando la factura ha sido pagada se puede producir pérdidas financieras por las siguientes causas:

- Pérdida o robo del dinero recaudado.
- Pago no acreditado al suscriptor.

2.6.6 Pérdidas de Energía Vs. Pérdidas Financieras

Aunque las pérdidas negras no constituyen una pérdida real de energía, es necesario hacer una distinción adicional entre ellas, debido a la forma como se manejan. Las pérdidas en el proceso de registro, tienen unidades de energía y se deben contabilizar como tales. Por otra parte las pérdidas en los procesos de facturación y recaudación en los cuales la energía entregada a los suscriptores ha sido convertida su equivalente en unidades monetarias, deben tratarse en forma separada.

Para hacer explícita la diferencia entre los dos tipos de pérdidas, se restringe el término pérdidas no técnicas. A las que ocurren durante el proceso de registro, es decir, las que se miden en unidades de energía y pérdidas financieras que se valoran en unidades monetarias².

Con el siguiente ejemplo se trata de ilustrar la diferencia que existe entre las pérdidas de energía y financieras. Considérese el caso de un suscriptor a quien se le factura su energía correctamente registrada, utilizando una tarifa incorrecta; la contabilización de los consumos de energía no tiene ningún tipo de error por este concepto, sin embargo, el proceso de facturación produce una pérdida o ganancia de tipo financiera para la empresa.

La clasificación mencionada proporciona una idea clara de la relación entre pérdidas no técnicas y la organización administrativa de la empresa. Es evidente que un sistema de medición defectuoso unido a procesos de facturación inadecuados; más la incapacidad para detectar y controlar las conexiones ilegales son reflejo de la ineficiencia administrativa de la empresa, como consecuencia de lo anterior estas tienden a tener una cartera morosa elevada. Esquemáticamente el proceso administrativo se puede representar como se muestra en la figura 2.3.

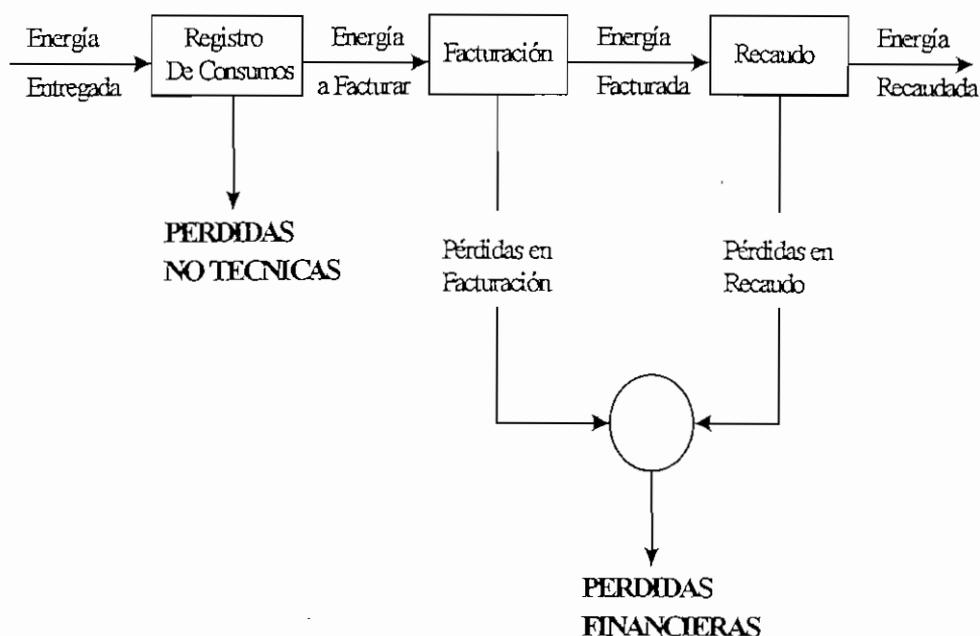


Figura 2.3: Clasificación de Pérdidas No Técnicas².

** ** ** **

Del estudio realizado en este capítulo, se puede concluir que las pérdidas no técnicas están íntimamente relacionadas, con la eficiencia de los procesos administrativos de la empresa eléctrica. Por esta razón se debe tomar las medidas adecuadas para mejorar la los procesos administrativos de la empresa distribuidora.

Las pérdidas no técnicas están relacionadas con la eficiencia en los procesos de registro, facturación y recaudación. Se sugiere mantener registros de estos indicadores, para caracterizar el proceso de evolución y control de éstas. De esta forma, se puede controlar la efectividad de los programas de control de pérdidas no técnicas.

CAPITULO III

METODOLOGIA PARA ANALISIS Y DISCRIMINACION DE PERDIDAS NO TECNICAS

3.1 IDENTIFICACION DE LAS COMPONENTES DE PERDIDAS NO TECNICAS

El objetivo, es identificar y cuantificar con precisión los componentes de pérdidas no técnicas, basándose en la utilización de un método práctico y económico, aplicable a las condiciones técnico-económicas de EMELNORTE S.A, para así emprender programas de control y reducción de pérdidas.

Por medio del balance de energía a escala global, se determinan las pérdidas eléctricas totales como la diferencia entre la energía disponible neta y la energía registrada neta; las pérdidas técnicas se obtienen en la tesis de Lucio Rivera, mediante la modelación del sistema primario, análisis de carga en transformadores de distribución y cálculo de pérdidas técnicas en circuitos secundarios, medidores y acometidas, las pérdidas no técnicas se determinan mediante la diferencia entre las pérdidas totales y las pérdidas técnicas.

La estimación de las pérdidas no técnicas, depende de la precisión derivada en el cálculo de las pérdidas técnicas. La metodología para determinar los componentes de pérdidas no técnicas, en lo posible pretende ser práctica y aplicable al sistema de distribución de la ciudad de Ibarra, esto no quiere decir que no pueda aplicarse, a las condiciones de otro sistema de distribución.

Para determinar los componentes de pérdidas no técnicas, es necesario acudir a métodos de muestreo aleatorio estratificado y extrapolación, por ser el universo a investigar tan grande. Por tanto, no es válida la utilización de técnicas convencionales. La selección de muestras se realiza para usuarios representativos de varios sectores de la ciudad⁸.

Para este proyecto se consideran los componentes de pérdidas no técnicas estudiadas por el Banco Mundial, siendo los siguientes:

- a. Error en la estimación de alumbrado público.
- b. Fraudes:
 - Clientes con tarifa de demanda (clientela especial).
 - Clientes con tarifa de energía (clientela masiva).
- c. Errores en estimación de consumos no medidos (usuarios sin medidor).
- d. Errores en el proceso administrativo de registro de consumos (errores de lectura y facturación).
- e. Errores en medición de consumo (errores en medidores).
- f. Conexiones ilegales o contrabando (usuarios directos)⁹.

3.1.1 Error en la Estimación de Alumbrado Público

La energía que se consume por este concepto forma parte del balance energético y es resultado de los consumos de las luminarias instaladas, su valor depende de la exactitud con que se realizan los censos, la energía resultante de este cálculo no debe diferir substancialmente de la facturada, siendo importante mantener actualizado el número y tipo de luminarias.

Para obtener el factor de funcionamiento es necesario identificar las luminarias que se encuentran apagadas en la noche y encendidas el día, con lo que se logra más precisión en el cálculo de la energía perdida.

3.1.2 Fraudes

Dentro de este rubro existen dos tipos de clientes denominados: clientes con tarifa de demanda y con tarifa de energía:

a. Clientes con Tarifa de Demanda

Corresponde al grupo de consumidores con capacidad instalada mayor o igual a 10 kW, este grupo representa un porcentaje mínimo frente al total de clientes, pero su consumo es significativo comparado con el total de usuarios, por lo que la posibilidad de reducción de pérdidas es mayor, de allí que se debe poner énfasis en estos clientes.

En este grupo, las pérdidas no técnicas son atribuibles a errores en sistemas administrativos y falta de control en los sistemas de medición los cuales son objeto de manipuleo por parte de los usuarios cometiendo fraude que perjudica a la empresa; de allí que las mediciones deben ser controladas por ingenieros y especializados; además, la inversión se justifica frente a los ingresos correspondientes.

b. Clientes con Tarifa de Energía

Corresponde al sector mayoritario de los clientes (residencial, comerciales-servicios e industriales pequeños). Las pérdidas no técnicas atribuibles a este grupo en la mayoría de los casos son por fraude (puentes, manipulación del medidor, etc.).

3.1.3 Errores en Estimación de Consumos no Medidos (Usuarios sin Medidor)

Este tipo de pérdidas no técnicas, se presenta con mayor frecuencia en el sector residencial y comercial, esto se debe a la falta de medidores por parte de la empresa

eléctrica; de allí que a este tipo de usuarios se les asigna un número de cuenta y su energía consumida es facturada por medio del consumo estimado, el cual se basa en el censo de carga, o se compara con el consumo de otros clientes que tienen medidor y pertenecen al mismo estrato social.

Su contribución a las pérdidas no técnicas se debe a una estimación errónea del consumo, el cual se mantiene durante largos períodos de tiempo en la mayoría de los casos. Para evitar el incremento de pérdidas por consumos estimados, la empresa debe instalar medidores. Además, existe otro tipo de usuarios que son los provisionales para usos temporales a los que la empresa debe medir el consumo.

3.1.4 Errores en el Proceso Administrativo del Registro de Consumos (Errores de Lectura y Facturación)

Muchas empresas a pesar de tener implementados sistemas de control de facturación, presentan estadísticas de ventas con alto porcentaje de consumos estimados, refacturaciones y consumos cero (sin informes de lectura, medidor dañado, etc.), reflejándose en los resultados como pérdidas no técnicas.

Siempre que el sistema de recaudo sea confiable, el problema en la facturación no suele ser muy crítico, ya que un error en la facturación de uno o más meses, se puede recuperar en los siguientes, sin afectar la facturación anual. El conflicto más bien radica en los usuarios, cuyas lecturas se estiman, y al ser rectificadas con el dato real, le ocasionan planillas con consumos acumulados, por tanto, el valor a pagar suele ser muy alto.

Se debe tener especial cuidado en la asignación de multiplicadores para clientes especiales, la lectura que se tome debe ser multiplicada por la relación de transformación de los transformadores de corriente instalados en la acometida.

3.1.5 Errores en Medición del Consumo (Errores por Descalibración de Medidores)

Estos errores pueden identificarse básicamente en transformadores de instrumentos y medidores atribuibles a la no-aplicación de normas técnicas, precisión, calidad de materiales, diseño y falta de programas de control en la calibración de los aparatos de medida.

La energía que se puede recuperar, depende de la clase y exactitud de los equipos de medición, es recomendable realizar una revisión periódica de éstos para controlar la precisión de los mismos. Además, se debe verificar las conexiones de los medidores, transformadores de corriente y de voltaje.

3.1.6 Conexiones Ilegales o Contrabando (Usuarios Directos)

Las áreas marginales donde existen usuarios ilegales están servidos por extensiones de redes de su propia construcción, las mismas que son hechas sin ningún criterio técnico, como consecuencia de esto disminuye la confiabilidad de servicio del sistema afectando a los usuarios legales, convirtiéndose estas instalaciones en un serio peligro para la población.

Las conexiones clandestinas, se presentan por la falta de atención de la empresa distribuidora a los sectores marginales y por elevados costos que significa a los usuarios para disponer de la acometida. Para evitar estas anomalías se debe buscar la forma de hacer instalaciones adecuadas y realizar un estricto control de las redes de distribución.

3.2 SELECCION DEL CASO DE ESTUDIO

La selección de una muestra aleatoria de la población de interés no es tan fácil como puede parecerlo en principio. Por ser un universo de gran número de elementos se recomienda utilizar la técnica de muestreo aleatorio estratificado⁸.

Para el caso analizado se selecciona una muestra estratificada, la misma que debe abarcar a usuarios representativos de la ciudad de Ibarra. En la selección del caso de estudio se han tomado en cuenta las siguientes consideraciones:

- En los datos de balances globales, la empresa no tiene una información detallada de las áreas donde predominan las pérdidas no técnicas, por lo que es necesario tomar muestras en varios sectores de la ciudad.
- Las subestaciones por lo general tienen información referente a las corrientes, voltajes, demanda, energía y factor de potencia de todos los circuitos primarios¹⁰.
- Con la información del cuadro de frecuencias se pueden determinar las muestras necesarias para cada tipo de tarifa y rango de consumo.

Las pérdidas no técnicas dependen de su ubicación geográfica, del nivel cultural de los usuarios y por falta de atención de la empresa. Cabe notar que al hacer el estudio de componentes de pérdidas no técnicas en la muestra seleccionada, pueden existir diferencias con el caso global, por el error que se comete con el sólo hecho de seleccionar la muestra, a pesar de esto, es posible obtener conclusiones sobre el estudio y la metodología de evaluación.

Para seleccionar las muestras se toma en cuenta los siguientes criterios:

- Seleccionar el área sospechosa en donde se presume existe el nivel más alto de pérdidas.
- Poseer suficiente información acerca de las rutas de lectura que componen la muestra.
- Tener pleno conocimiento sobre modificaciones hechas en el sistema, tales como reconfiguraciones, cambios en el nivel de voltaje, aumento de transformadores de distribución, etc¹¹.
- Toda empresa eléctrica debe tener clasificado a los usuarios por tarifas y rangos de consumo.

3.3 BALANCE GLOBAL DE ENERGIA

Las estadísticas de pérdidas generalmente se incluyen en los balances de energía de cada empresa, éste tiene como objetivo determinar el monto global de pérdidas en un sistema.

En todo sistema eléctrico se realizan transferencias de energía tanto internas como externas, en un período determinado de tiempo, las transferencias se deben registrar y llevar a balances de energía, para determinar el funcionamiento del sistema durante el período de tiempo considerado.

Todo balance debe cumplir con dos condiciones básicas: exactitud y detalle. La exactitud se refiere a que los datos del balance deben estar libres de errores de lectura y procesamiento. Sin embargo, se debe aceptar que la exactitud del balance depende de la precisión derivada de los medidores de energía. El balance debe tener la suficiente información del sistema para responder a las necesidades de reporte, estadística, control, análisis histórico, etc. Por esta razón y en virtud de la gran diferencia entre sistemas, los balances de energía pueden variar dependiendo del grado de detalle que cada sistema requiera².

En un sistema eléctrico si se considera todos los puntos de transacción de energía se debe cumplir con la siguiente ecuación:

$$P_t = E_D - E_R \quad (3.1)$$

Donde :

E_D : Energía disponible o suministrada
 E_R : Energía registrada
 P_t : Pérdidas totales¹¹

En la figura 3.1 se presenta un esquema del balance global de energía de un sistema eléctrico.

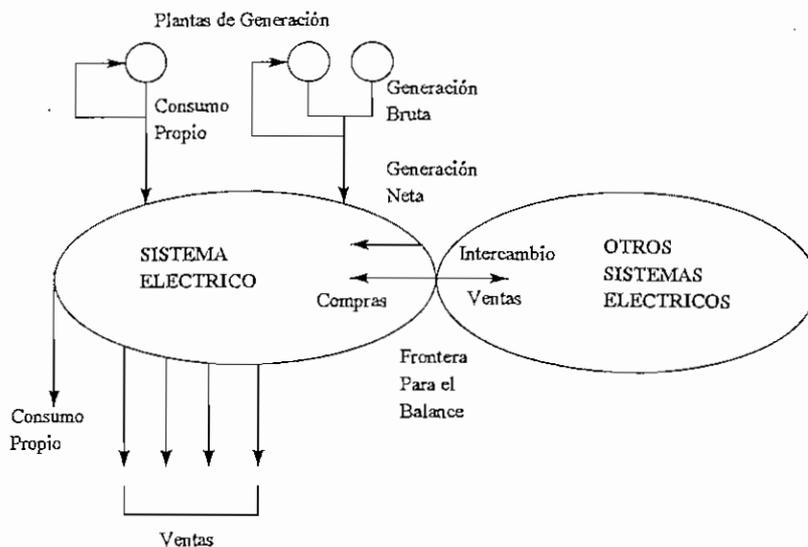


Figura 3.1: Balance global de un sistema eléctrico esquema básico².

Donde la energía registrada es aquella que está debidamente documentada como parte de la carga del sistema. Cuando se trata de la energía empleada por los clientes, incluye a más de la energía facturada, aquella que sin ser planificada es debidamente contabilizada; por ejemplo, los consumos en edificios, subestaciones, centrales de generación de la empresa eléctrica que son medidos y registrados¹².

Las pérdidas totales agrupan a las pérdidas técnicas y no técnicas:

$$P_t = P_T + P_{NT} \tag{3.2}$$

Donde :

- P_t : Pérdidas totales
- P_T : Pérdidas técnicas
- P_{NT} : Pérdidas no técnicas

3.3.1 Análisis y Diagnóstico de Pérdidas con Base a los Balances

Las mediciones de energía y demanda, no tienen como objetivo primario la obtención de pérdidas, sino más bien el seguimiento de la operación, diseño y planificación del sistema.

A partir del balance global de un sistema eléctrico se pueden calcular los siguientes índices⁸:

$$\% P_t = \frac{P_t}{E_D} \times 100 \quad (3.3)$$

Donde :

$\% P_t$: Porcentaje de pérdidas totales

$$E_D = \text{Generación Neta} + \text{Compras} \quad (3.4)$$

y

$$\text{Eficiencia del sistema} = 100 - \% P_t \quad (3.5)$$

Los índices globales presentados, dan un indicativo general de las pérdidas para todo el sistema eléctrico analizado. Para que el balance tenga validez, éste debe cumplir ciertas condiciones importantes:

Precisión en las Medidas de Energía

La precisión de los medidores de energía, transformadores de potencial y corriente, determinan directamente la exactitud de la medida, afectando con esto la precisión del balance.

En la medición de energía de los usuarios especiales, se debe cometer el menor error posible en la estimación de ésta, por lo que es necesario adquirir contadores con medición en tiempo real, y con la mayor precisión posible. La precisión está determinada por una adecuada calibración del medidor, la cual debe verificarse periódicamente con un medidor patrón cuya exactitud se derive de patrones o estándares internacionales.

Simultaneidad de las Lecturas

Las lecturas de los medidores se deben tomar en forma simultánea, esta se logra generalmente con mecanismos de lectura automáticos tales como: unidades terminales remotas que forman parte de un sistema de control centralizado que envían información a computadoras para su procesamiento, o con medidores electrónicos calibrados en base a tiempo real.

Se debe tomar en cuenta, que es imposible lograr simultaneidad en las lecturas de medidores con métodos manuales actualmente utilizados especialmente al nivel de usuarios, por lo que se debe compensar esta imprecisión de los balances con períodos más cortos de tiempo, de tal manera que se puedan realizar balances complementarios. Un período de tiempo de un año, es adecuado para este propósito.

Periodicidad de las Lecturas

La precisión con que se realiza el balance depende de la periodicidad con que se deben tomar las lecturas; esto es, al menos se debe disponer de una lectura de las requeridas para el balance, la periodicidad con la que se puede realizar el balance está determinada por el menor intervalo de tiempo con que se tomen las mismas. Teniendo en cuenta que esta periodicidad depende de la toma de lecturas; el balance se debe efectuar con la misma periodicidad con que se realiza la facturación.

Las empresas eléctricas del país toman lecturas con períodos de un mes, que es el período con que se realiza la facturación, hay que insistir que para clientes especiales las lecturas deben ser tomadas por personal especializado de la empresa eléctrica, éstas deben ser revisadas y analizadas por ingenieros para lograr disminuir las pérdidas no técnicas por esta causa.

Demanda Facturable

Se entiende por demanda facturable en un mes, a la demanda máxima de potencia integrada en un período de 15 minutos sucesivos y registrada en el lapso comprendido entre el inicio y el último día del mes, para el cual se realiza la facturación¹³.

De allí la importancia de medir demandas en todos los puntos del sistema con intervalos de demanda de 15 minutos, este intervalo fue definido en noviembre de 1988 por el Directorio de INECEL, para el registro de demandas, situación que debe ser normalizada en todas las empresas eléctricas del país.

3.4 BALANCE DE POTENCIA

Un sistema eléctrico está conformado por una serie de elementos encargados de la generación, transformación, transporte y conversión de energía eléctrica. En cada elemento se producen pérdidas eléctricas que son consecuencia del simple funcionamiento del mismo, éstas se manifiestan en forma de calor disipado.

Las empresas eléctricas venden su producto como demanda y energía, la demanda reviste de mucha importancia para los procesos de diseño, planificación y cálculo de pérdidas. No es práctico registrar y almacenar todos los datos instantáneos de operación de un sistema eléctrico, ya que éstos reflejan el estado del sistema en ese instante. De allí que se debe medir demandas, por ser la base para iniciar un estudio de modelación, operación y cálculo de pérdidas eléctricas.

Para el cálculo de las pérdidas de potencia, se emplean las curvas de demanda de cada componente de pérdidas técnicas y de energía total de pérdidas. Las pérdidas no técnicas por ser una carga que es evadida, tiene un comportamiento igual al de una carga normal.

Con las curvas de demanda semanal obtenidas en la tesis de Lucio Rivera se determina las pérdidas a demanda máxima

El balance de potencia se lo debe realizar para el intervalo de demanda correspondiente a la máxima demanda, porque es en ese intervalo donde se tienen las mayores pérdidas de potencia.

$$P_{tD} = D_{dm\acute{a}x} - D_{Rm\acute{a}x} \quad (3.6)$$

Donde :

$D_{dm\acute{a}x}$: Demanda disponible máxima

$D_{Rm\acute{a}x}$: Demanda registrada máxima

P_{tD} : Pérdidas totales de Demanda

3.5 EVALUACION DE PERDIDAS NO TECNICAS

En primer lugar se debe considerar el problema de estimar las pérdidas no técnicas en forma global, a partir de este dato, se puede llevar a cabo un proceso de desagregación para estimar éstas.

La estimación de pérdidas no técnicas a escala global tiene gran importancia, ya que el éxito en determinar éstas trae consigo un adecuado programa de control; además, permite mirar los esfuerzos de una empresa en el control de pérdidas en áreas de mayor nivel. Cuando su estimación se realiza en forma periódica, sirve como elemento de diagnóstico acerca de la efectividad de las medidas de control que se estén implantando.

La estimación de pérdidas no técnicas proviene del total de pérdidas eléctricas, al que se le restan las pérdidas técnicas, es así que se debe realizar un estudio conjunto de pérdidas técnicas y no técnicas, puesto que estas están íntimamente relacionadas.

3.5.1 Muestreo Estratificado

Para desagregar los componentes de pérdidas no técnicas, se utiliza la teoría de muestreo aleatorio. Para el caso de pérdidas por fraude, es necesario realizar un muestreo aleatorio estratificado sesgado por la importancia de recuperar la mayor cantidad de energía perdida, en el caso de las pérdidas por errores en medidores y errores de lectura y facturación se realizó un muestreo aleatorio simple.

Cuando el universo a estudiar es heterogéneo, se forman ciertos grupos que reúnen características similares; el objetivo de formar estratos es para investigar la situación de cada uno de ellos para disminuir la dispersión, que es menor cuando la homogeneidad del universo es mayor. Una vez escogidos los grupos (denominados estratos), se lleva a cabo un muestreo aleatorio simple.

El objetivo de la estratificación, es dividir a la población en grupos tan homogéneos como sea posible, mejorando de esta manera la eficiencia del muestreo. La utilización de esta metodología se justifica, por el número de elementos a investigar, es claro que la confiabilidad de los resultados depende del grado de representación de la muestra frente al universo, la investigación se orienta a la utilización de universos estratificados, para lograr mayor representatividad.

La teoría de muestreo clasifica los universos en dos categorías: finitos o con número limitado de elementos (menos de 500.000), e infinitos o con número ilimitado de elementos (más de 500.000), pero en realidad ninguna de las empresas eléctricas del país supera los 400.000 usuarios, por lo que la determinación del tamaño de las muestras se realiza mediante la aplicación de una fórmula simple y muy útil en los estudios de mercado⁴:

$$n = \frac{\delta^2 * N * p * q}{e^2 * (N - 1) + \delta^2 * p * q} \quad (3.7)$$

Donde :

δ^2	:	1.96 para un grado de confianza del 95%
e	:	Error aceptable del (5 - 10%)
p	:	Probabilidad de ocurrencia (50%)
q	:	Probabilidad de no-ocurrencia (50%)
N	:	Universo estratificado
n	:	Tamaño de la muestra ⁴

Esta ecuación determina el tamaño de la muestra que debe ser escogida, dentro de cada estrato, la misma que es utilizada en la metodología del Banco Mundial.

Se debe preparar una lista de los elementos de la muestra con la siguiente información:

- Nombre del suscriptor.
- Número de cuenta.
- Tipo de tarifa.
- Número de medidor.
- Dirección del usuario.

3.5.2 Estimación de Pérdidas No Técnicas Globales

En forma general las pérdidas no técnicas son el resultado de la diferencia entre las pérdidas totales y las pérdidas técnicas calculadas en la tesis de Lucio Rivera.

Es importante mencionar que los estudios de pérdidas no pueden ser puntuales debido a su alto costo, pues deben obtenerse como parte de los estudios de ingeniería.

Después de calcular las pérdidas no técnicas en forma global a partir de este dato se puede llevar a cabo un proceso de desagregación, para estimar las pérdidas producidas por diversos factores administrativos.

La estimación de pérdidas no técnicas se debe realizar a escala global, para lograr el éxito en el programa de control de las mismas. Esta estimación no sólo permite tener una orientación eficiente de los esfuerzos de una empresa, atacando el problema en las áreas donde es más crítico el nivel de pérdidas no técnicas, sino que, cuando su cálculo se efectúa en forma periódica, sirve como elemento de diagnóstico acerca de la efectividad de las medidas de control que se estén efectuando.

La forma más usual de estimar las pérdidas no técnicas, consiste en realizar un balance energético para el sistema estudiado. En primer lugar se considera la estimación a nivel del sistema global, mediante la diferencia entre la energía disponible y la energía registrada.

Para la descripción del procedimiento de estimación, se usará el modelo de medición que se presenta en la figura 3.2, donde se incorporan los procedimientos de medición, esto se hace con el fin de involucrar los posibles errores que se cometen en la estimación y medición de pérdidas no técnicas.

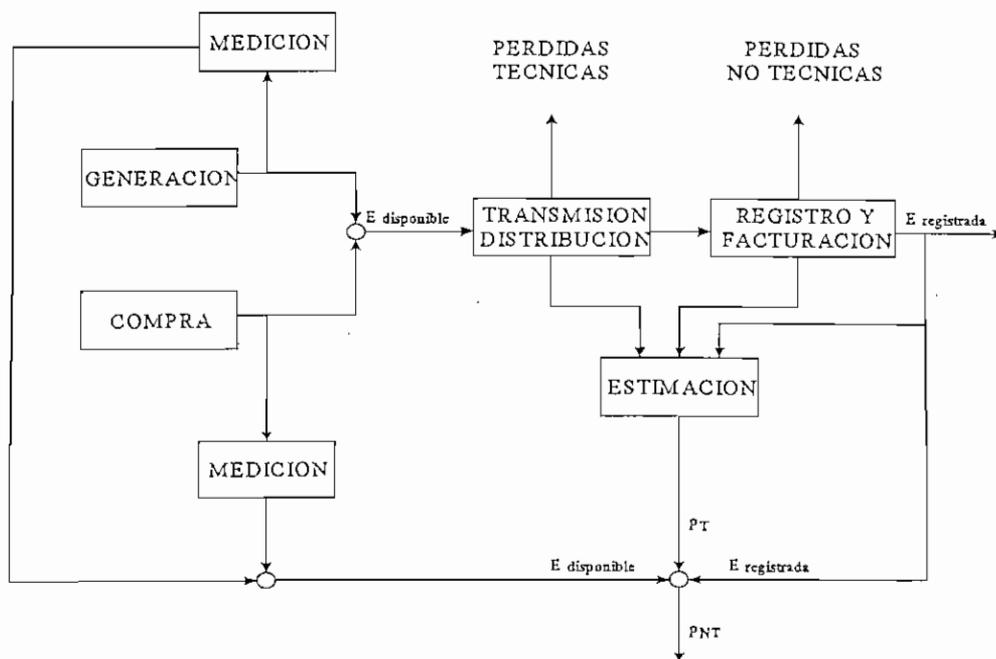


Figura 3.2: Modelo de medición de pérdidas no técnicas²

La expresión para hallar el valor estimado de las pérdidas no técnicas es la siguiente.

$$P_{NT} = E_D - E_R - P_T \quad (3.8)$$

Donde :

- E_D : Energía disponible neta
- E_R : Energía registrada neta
- P_T : Pérdidas técnicas
- P_{NT} : Pérdidas no técnicas

Esta forma de cálculo requiere que se registre toda la energía entregada a las subestaciones. En la energía registrada se debe incluir la energía no cobrada, incluyendo correcciones por alumbrado público, instituciones gubernamentales, usuarios que tienen tarifa especial, subsidios a empleados, consumos propios de la empresa, etc.

Analizando la figura 3.2, permite concluir que cada uno de los términos de la ecuación 3.8 representa el resultado de un proceso de estimación, a partir de mediciones tomadas sobre el sistema, las mismas que presentan posibles fuentes de error, que deben ser reducidas al mínimo a través de la validación.

La primera variable a ser estimada es la energía disponible (E_D), la cual se obtiene a partir de mediciones de energía generada y compras del sistema.

Se debe tomar en cuenta, que el proceso de medición produce errores debidos a la imprecisión o descalibración de los aparatos de medida y a procedimientos inadecuados del registro de mediciones. Esta actividad está bajo el control de la empresa distribuidora, pero con frecuencia se pasa por alto su efecto en la estimación de pérdidas. Esto se debe a que las mediciones en esta área, involucran un número relativamente pequeño de instrumentos. De allí la importancia que las empresas deban incluir en los programas de mantenimiento, la revisión y calibración de los instrumentos de medición, en los puntos de generación e intercambio de energía, y revisar los errores de las mediciones a través de la validación.

Las ventas a grandes consumidores, se deben considerar en forma similar a la energía que se factura para los usuarios con tarifa de energía. Sin embargo, éstas suelen efectuarse en alto voltaje, la eficiencia técnica de su proceso debe ser mucho mayor; así como la eficiencia administrativa, puesto que estas se efectúan a un número reducido de usuarios.

Hay que señalar que en las mediciones realizadas en alto voltaje, se incluye las pérdidas producidas en el transformador y éstas son contabilizadas al usuario.

Los volúmenes de energía involucrados para este tipo de usuarios ameritan la adquisición de medidores de la más alta exactitud posible, permitiendo así disminuir los errores que se cometen en el proceso de medición, lo cual contribuye a mejorar aún más la eficiencia administrativa en el manejo de ventas, más los procesos de instalación y lectura.

La estimación global de las pérdidas no técnicas, según se ha visto requiere de la medición de toda la energía generada y comprada por la empresa distribuidora. Además, se deben considerar todos los consumos, así como también una evaluación precisa de las pérdidas técnicas. Es claro que la estructura administrativas de la empresa debe ser eficiente para llevar a cabo estas funciones con el éxito deseado.

Una vez estimadas las pérdidas no técnicas en forma global, es necesario llevar a cabo la desagregación de mismas, por las causas que las producen.

La contribución de cada componente de pérdidas no técnicas se evalúa de la siguiente manera:

$$P_{NT} = P_{ap} + P_f + P_m + P_{sm} + P_d + P_{lf} \quad (3.9)$$

Donde :

P_{NT} : Pérdidas no técnicas totales

P_{ap} : Pérdidas por alumbrado público

P_f	:	Pérdidas por fraude
P_m	:	Pérdidas debidas a errores de mediciones
P_{sm}	:	Pérdidas por usuarios sin medidor o consumos estimados
P_d	:	Pérdidas por conexiones clandestinas directas
P_{lf}	:	Péridás por errores de lectura y facturación

A continuación se describe una metodología de estimación de los componentes de pérdidas no técnicas.

3.5.3 Pérdidas por Alumbrado Público

Estas resultan de la diferencia que existe en la estimación de la energía consumida por alumbrado público y semáforos, con respecto a la energía facturada por este rubro. Para realizar la estimación de pérdidas por alumbrado público se recomienda utilizar los siguientes criterios:

- Identificación de las luminarias: tipo, número y capacidad, para esto se debe realizar un censo actualizado de luminarias instaladas, considerando modificaciones, nuevas instalaciones, retiros, etc. También se debe considerar los semáforos. Con estos datos se procede a calcular el consumo total por alumbrado público.
- Realizar un seguimiento diurno y nocturno, para determinar el número de luminarias que están encendidas durante el día, apagadas en la noche y en normal funcionamiento. Con este procedimiento se determina el factor de funcionamiento de las luminarias.
- El factor de funcionamiento se debe considerar constante, por la existencia de una sección de alumbrado público que controla todos los días el estado de funcionamiento de las luminarias; además, se complementa con la información dada por los usuarios.

Para determinar el alumbrado público de las calles se utiliza la ecuación 3.10.

$$E_{AP} = t * F_f * T \sum_{i=1}^n P_i \quad (3.10)$$

Donde :

- E_{AP} : Energía real calculada para el alumbrado público
 t : Número de horas por día que funciona la luminaria
 F_f : Factor de funcionamiento real
 T : Período considerado (mensual o anual)
 P_i : Potencia total de la luminaria, incluido balasto

Para los semáforos:

$$E_s = \frac{1}{3} * t * T \sum_{i=1}^n P_s \quad (3.11)$$

Donde :

- E_s : Energía real calculada de semáforos
 t : Número de horas por día que funciona el semáforo
 T : Período considerado (mensual o anual)
 P_s : Potencia total del semáforo

Además:

$$E_{TAP} = E_{AP} + E_s \quad (3.12)$$

Donde :

- E_{TAP} : Energía total consumida por alumbrado público y semáforos

Se tiene que las pérdidas no técnicas por alumbrado público son:

$$P_{AP} = E_{TAP} - E_{FAP} \quad (3.13)$$

Donde :

- P_{AP} : Pérdidas por alumbrado público
 E_{FAP} : Energía facturada por alumbrado público

3.5.4 Pérdidas por Fraude

El fraude se refiere a la alteración de las instalaciones de medición por parte de los usuarios. Como parte del proceso de estimación de pérdidas no técnicas por fraude, es obtener la proporción de usuarios que cometen fraude y de los que no lo hacen, la evaluación de estas pérdidas se realiza mediante métodos estadísticos, con una sólida base teórica experimental.

La detección de conexiones fraudulentas se debe realizar por medio de inspecciones a los usuarios. Cualquier metodología de estimación de pérdidas no técnicas por fraude, requiere que se lleve a cabo un muestreo aleatorio estratificado y mediante la extrapolación de los resultados de la muestra se obtenga las pérdidas por fraude totales.

La estimación de pérdidas por fraude se puede obtener de dos maneras: mediante el método de J. L. Calabrese y mediante los balances de energía locales.

El método de Calabrese, tiene la característica de mencionar su extensión a la estimación de consumos de los infractores, lo cual lo hace especialmente útil para la refacturación de consumos a usuarios, a quienes se les detectó que están cometiendo fraude.

Para consumidores individuales, se justifica realizar el balance cuando se trate de grandes usuarios, si se tiene certeza de la existencia de fraudes de gran magnitud.

Método de Calabrese

Calabrese ha diseñado un método estadístico para la estimación de pérdidas por fraude, éste permite la evaluación en el ámbito global como por categorías o clases de suscriptores.

La estimación se basa en la extrapolación de resultados de una muestra realizada entre los suscriptores de cierta clase.

Para cada suscriptor seleccionado de la muestra, se lleva a cabo un censo de carga en el cual se determina la potencia total instalada, a partir de los datos de placa de cada uno de los equipos que posee el usuario. A la potencia total aforada se denomina P_A .

Como resultado del muestreo se determina si el usuario pertenece a la clase de los infractores (I) o no infractores (H).

De acuerdo con la potencia aforada P_A y la energía consumida por el cliente E_D , se obtiene un factor de utilización real.

$$\phi_R = \frac{E_D * 100}{T'_F * P_A} \quad (3.14)$$

Donde:

T'_F es el intervalo de facturación (720 sí es mensual).

Se establece la hipótesis que el factor de utilización real (ϕ_R) es igual estadísticamente hablando para los individuos de clase H y de clase I, esto implica que el consumo real sea:

$$E_D = T'_F * P_A * \phi_R \quad (3.15)$$

Donde:

$T_F = T'_F/100$ es independiente de la clase de consumidor.

Sin embargo, el consumo real no coincide con el consumo facturado (E_F), precisamente a causa de los fraudes. Entonces se puede definir un factor de utilización calculado a partir de la facturación.

$$\phi_F = \frac{E_F * 100}{T'_F * P_A} \quad (3.16)$$

Para los individuos de clase H (no infractores), el consumo real y el facturado son iguales.

$$E_D(H) = E_F(H) = T'_F * \phi_F(H) * P_A(H) \quad (3.17)$$

y el factor ϕ_R coincide con ϕ_F .

$$\phi_F(H) = \phi_R(H) \quad (3.18)$$

En cambio para los de la clase I (infractores), el consumo real es mayor que el facturado

$$E_D(I) = T'_F * \phi_F(I) * P_A(I) \quad (3.19)$$

y

$$\phi_F(I) < \phi_D(I) \quad (3.20)$$

Se debe hacer la hipótesis adicional de que ϕ_F y P_A no están correlacionadas. Esto significa que cargas grandes (bajas) no implican un mayor (menor) uso de ellas. Esta hipótesis se debe comprobar estadísticamente, mediante la muestra.

Para calcular las pérdidas debidas al fraude, es necesario calcular el valor esperado (ε) de los consumos reales y los facturados.

En el grupo H, el consumo real esperado es:

$$\varepsilon * [P_D(H)] = T'_F * \varepsilon * [\phi_F(H)] * \varepsilon * [P_A(H)] \quad (3.21)$$

Donde se ha usado la condición que:

$$\text{Cov}(\phi_F, P_A) = 0 \quad (3.22)$$

Para los del grupo I:

$$\varepsilon * [E_D(I)] = T_F * \varepsilon * [\phi_D(I)] * \varepsilon * [P_A(I)] \quad (3.23)$$

Para este grupo se puede asumir que, si no fuera por el fraude, el valor esperado de ϕ_R sería igual al de los no infractores.

También la potencia aforada esperada debe ser la misma en ambos grupos, dentro de una aproximación estadística. El significado de estas suposiciones se debe a que el patrón de consumo de los infractores no difiere significativamente de los no infractores, además, porque existen infractores tanto en pequeños y grandes consumidores.

La pérdida de energía esperada para cada usuario de la clase I es, entonces:

$$\varepsilon * [L(I)] = T_F * \varepsilon * [P_A(I)] * \varepsilon * [\phi_R(H) - \phi_R(I)] \quad (3.24)$$

Donde las esperanzas del lado derecho se estiman mediante valores promedios de la muestra.

$$\bar{L}(I) = T_F * \bar{P}_A(I) * [\bar{\phi}_R(H) - \bar{\phi}_R(I)] \quad (3.25)$$

Si el tamaño de la población es N y la probabilidad de que un usuario pertenezca al grupo de infractores es $p(I)$, entonces el número esperado de infractores es $N * p(I)$. El valor estimado para el total de energía perdida por fraude es:

$$\bar{L} = \bar{T}_F * \bar{p}(I) * N * \bar{P}_A(I) * [\bar{\phi}_R(H) - \bar{\phi}_R(I)] \quad (3.26)$$

La probabilidad $p(I)$, se estima a partir de la muestra utilizada.

La ecuación 3.26 constituye la base para la estimación de los consumos no facturados debidos al fraude. Se puede aplicar a universos muy pequeños, con el fin de efectuar un desglose de pérdidas, en este caso, el proceso de muestreo debe efectuarse en forma estratificada².

Aplicación de la Metodología

Esta metodología de estimación ha sido usada en varias ocasiones, especialmente en estudios patrocinados por OLADE y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) en algunos países de Latinoamérica y el Caribe. El principal problema que se tiene es realizar los censos de carga, los cuales son costosos y difíciles de llevar a cabo.

También se presenta dificultades para determinar si un usuario comete fraude o no, debido a la sofisticación alcanzada en las técnicas para la realización de éstos, por lo tanto, debe estimarse una corrección debida al error en la estimación de la proporción de infractores $p(I)$.

Debe anotarse que esta dificultad no es exclusiva de la metodología de Calabrese, sino una debilidad inherente a todas las metodologías de detección, basadas en información acerca de los usuarios.

Debido a la dificultad de determinar si un usuario comete fraude o no, las empresas deben combinar todas las técnicas disponibles para lograrlo.

Balances de Energía Local

Una forma de detectar la existencia de fraudes en las instalaciones de medición de los usuarios, es mediante la realización de balances de energía locales, ya sea en consumidores individuales o circuitos secundarios. La metodología que se va a

presentar puede aplicarse en cualquiera de estos casos, aunque la exactitud puede variar de acuerdo con las condiciones en las que se aplica.

Para la detección de fraudes en consumidores individuales, sólo se justifica usar la metodología para el caso de grandes consumidores, en los cuales los beneficios asociados con la detección compensa con los costos para realizar la prueba. También se usa la metodología en circuitos secundarios, en donde se tienen indicios de la existencia de fraudes.

Esta metodología requiere la instalación de un aparato registrador de carga en el punto de alimentación del circuito donde se quiera detectar los fraudes, generalmente en el secundario del transformador de distribución. Además, es necesario el uso de un equipo de medición que pueda guardar toda información acerca de las demandas y consumos de energía por parte de los usuarios, durante un período determinado.

Muestreo Para la Detección de Fraudes

La revisión de las instalaciones de medida y de las acometidas, constituye la herramienta más efectiva para la detección de infractores y el control de pérdidas no técnicas.

La revisión persigue dos fines principales:

1. Identificar las instalaciones defectuosas, sean producidas por el usuario, deterioro natural de los equipos o por errores en el registro de las características de los equipos.
2. Servir como datos muestrales para la estimación de pérdidas por fraude. Mediante el uso de metodologías expuestas anteriormente, para este propósito en la revisión se debe incluir la potencia total instalada por el usuario.

Dada la gran diversidad de patrones de consumo para grupos con niveles socio-económico diferentes; entonces es preciso realizar una revisión en forma estratificada.

La muestra estratificada debe incluir poblaciones cuyo comportamiento sea lo más uniforme posible, respecto al consumo de energía eléctrica, éstas se estratifican aún más de acuerdo con rangos de consumo decrecientes, tipos de tarifas y en éstas se efectúa un muestreo aleatorio simple.

Extrapolación de los Valores Estimados

Cuando se efectúa la estimación de pérdidas no técnicas para un universo dado, es necesario recordar, que el objetivo fundamental del proceso no es estimar en forma muy exacta éstas, es más importante la detección de los infractores; los valores estimados (extrapolación al universo) constituyen apenas un subproducto, aunque debe admitirse que es bastante útil para la empresa.

La estimación de las pérdidas a escala global, depende de la metodología usada, pero puede resumirse en los siguientes pasos:

- Selección del marco muestral: conjunto de usuarios entre los cuales se selecciona los que pertenecen a la muestra.
- Estratificar la población.
- Selección de los tamaños de la muestra para cada estrato.
- Realizar el muestreo para cada estrato.
- Cálculo de las estadísticas muestrales.
- Ajuste de las medias muestrales para toda la población.

Por lo general es mejor restringir la extrapolación de los valores muestrales a los estratos principales, con lo que se evita la aparición de sesgos, además, se determinan valores característicos para cada sector de la muestra, estos valores son los que permiten una evaluación sobre el proceso de control de pérdidas no técnicas.

Las dos metodologías de estimación de pérdidas por fraude trabajan de manera diferente. La técnica de Calabrese considera a los usuarios individuales como unidad de muestreo, mientras que la estimación por balances energéticos locales trabaja con circuitos de distribución; las dos opciones no deben considerarse como competitivas, sino más bien complementarias, la metodología de Calabrese puede ser más apropiada para grandes consumidores (con tarifa de demanda), mientras que el balance energético es más práctica en el caso de usuarios numerosos (con tarifa de energía).

Estimación Mediante el Método de Calabrese

El proceso de estimación de pérdidas no técnicas debidas al fraude puede resumirse así:

- Llevar a cabo una estratificación de la población, de acuerdo al tipo de consumidor (industrial, residencial y comercial, etc.).
- Selección de los tamaños de las muestras para diferentes estratos, de acuerdo al rango de consumo: alto (mayor que 500 kWh), medio (150 - 500kWh) y bajo (menor que 150 kWh). Estos se definen de esta manera porque en la mayoría de las empresas eléctricas del país que han realizado estudios de pérdidas, se ha dispuesto de esta manera la selección de rangos de consumo, estas son: EEQSA, EERSA; además, se considera que dentro de los rangos considerados no existe diversidad en el nivel socio-económico de los usuarios.
- Efectuar el muestreo para cada sector, en el que se determina si el usuario es infractor o no y el valor del coeficiente de utilización.
- Calcular los valores esperados del factor de utilización para los dos grupos (infractores y honestos), así como la probabilidad de que el usuario sea infractor.
- Las pérdidas debidas al fraude en el caso estudiado se determinan mediante la ecuación 3.26.

Estimación por Balance Energético Local

También es posible hacer extrapolaciones a partir de una muestra, en este caso se puede realizar una estimación de pérdidas no técnicas en los estratos y del sistema completo usando los valores estimados por zona como muestra.

Cuando se utiliza este procedimiento se deben tener en cuenta diversos aspectos, entre los cuales se mencionan los siguientes:

- Es conveniente hacer una estratificación de los usuarios que componen el sistema, con el fin de lograr un comportamiento tan homogéneo como sea posible.
- Se debe dividir en subestratos a los consumidores residenciales, comerciales e industriales de acuerdo al rango de consumo.

El proceso de extrapolación en este caso puede resumirse en los siguientes pasos:

- Selección de estratos y subestratos, teniendo en cuenta las consideraciones indicadas.
- Determinar los tamaños de las muestras para los estratos y subestratos mediante muestreo estratificado. Bajo este concepto el tamaño de la muestra se selecciona por estratos y rangos de consumos que pueden ser: alto (mayor que 500 kWh); medio (150 - 500kWh) y bajo (menor que 150 kWh), en la estimación de pérdidas por el método de Calabrese, se explicó la razón por la que se definen de esta manera los rangos de consumo.
- Calcular los valores de pérdidas no técnicas para cada muestra, por estratos y subestratos.
- Identificar a cada usuario de la muestra con su respectivo número de cuenta, número de medidor, sector, ruta y recabar datos de consumos históricos.
- Realizar inspecciones de campo para cada uno de los usuarios de la muestra y efectuar las pruebas que sean necesarias en los medidores, en las inspecciones se

debe realizar censos de carga a cada usuario e identificar aquellos que presentan problemas en su instalación.

- Los valores estimados de pérdidas para cada estrato se pueden hallar mediante la ponderación de datos de las muestras, de acuerdo con los consumos totales de los estratos.
- Finalmente se debe realizar un esquema de levantamiento de la información, codificando a los infractores encontrados con su respectiva estadística en: fraudulentos y honestos².

La estimación de pérdidas no técnicas se debe realizar en un período determinado que puede ser, un mes o una semana, porque son períodos repetitivos del año, lo que facilita la labor de extensión de resultados. Generalmente se escoge una semana por dos razones:

- Por el tiempo de disponibilidad del equipo de medición.
- Un día no laborable como el domingo puede compararse como un día festivo¹⁴.
- Por la facilidad de generalizar los resultados a períodos de un mes o un año.

El método de Calabrese presenta una dificultad, debido a que se tiene que clasificar a los usuarios infractores, por lo que en ciertos casos resulta más conveniente la utilización del método de balance energético local.

3.5.5 Pérdidas por Errores en Medidores

En general la empresa efectúa la medición de consumos individuales por medio de los medidores de energía, los mismos que debido a sus características de construcción están expuestos a errores, por lo que es necesario que se conozca la magnitud de estos errores.

Fuentes de Error en Mediciones

Los errores de medición de energía eléctrica pueden atribuirse a dos causas principales:

1. Descalibración propia de los medidores.
2. Errores en el montaje de los equipos de medición.

Entre las causas de error debido a descalibración propia de medidores pueden citarse las siguientes:

- Error intrínseco del aparato, los cuales varían de acuerdo con la clase del mismo dependiendo de las normas que se utilicen, puede tener valores que generalmente no deben ser mayores que 0.5 % para rangos de consumo entre 0 y 200 % del valor nominal.
- Errores debidos a las condiciones de operación, con lo que la precisión de las lecturas pueden variar con las condiciones de la carga, tales como factores de potencia, etc.
- Errores por descalibración del medidor en el momento de su instalación, debido al mal manejo de éste durante la instalación, transporte, o por descalibración propia de fábrica que no ha sido revisada.
- Errores por daño del medidor, daños parciales o totales, generalmente por fallas en la bobina de corriente. Puede producir errores graves de registro, los cuales pueden pasar inadvertidos.
- Errores debidos a envejecimiento que pueden ser causados por aumento de fricción, o variación de las propiedades de los circuitos magnéticos, etc.

Entre las causas de error en el montaje de los equipos de medición pueden citarse los siguientes:

- Error en el montaje de transformadores de corriente (TC) o de potencial (TP), estos ocurren en instalaciones de tipo industrial, donde los consumos son grandes y, por tanto, su efecto es muy significativo.
- Error en la conexión del medidor, puede ocurrir en todo tipo de instalación².
- Errores en la definición de los multiplicadores, para el caso de los grandes consumidores.

Estimación

Las mediciones de los consumos de usuarios generalmente se realizan por medio de medidores de energía individuales, estos indicadores son muy numerosos y por otra parte, cada uno registra una cantidad de energía relativamente pequeña. Por esta característica es inadecuado desde el punto de vista económico revisar todas las instalaciones de los medidores, por lo que las pérdidas de energía debidas a descalibración de medidores individuales se deben estimar mediante una muestra con la consigna de barrer varios sectores de la ciudad.

En general las empresas eléctricas no mantienen archivos mecanizados de medidores, siendo necesario utilizar el archivo maestro de clientes para identificar los medidores y sus datos, por lo que es necesario realizar:

- Clasificación de los abonados por tipo de tarifa: Con demanda y energía, identificación del tipo de servicio y por ende el tipo de medidor: monofásico o polifásico, clase, capacidad nominal, etc.
- Definir el universo mediante el cual se determina el tamaño de la muestra, siendo aleatoria la selección de clientes a investigar.
- Anotar los listados con la información necesaria, la misma que debe ser entregada al personal responsable de la investigación de campo.
- Adicionalmente pedir los consumos históricos de estos usuarios los mismos que se pueden obtener en el centro de procesamiento de datos de la empresa.
- Con los datos técnicos de los medidores y el equipo asociado se debe verificar la veracidad de la información, lo que permite corregir los datos en el caso de haber fallas.
- Realizar la contrastación de medidores, para medir la precisión de todos los elementos de la muestra, registrándose los datos de entrada y salida⁴.

3.5.6 Pérdidas por Errores en la Estimación de Consumos (Usuarios Sin Medidor)

Se componen por todos los usuarios sin medidor, sean estos permanentes o provisionales, que poseen un número de cuenta dentro de la empresa, y se les factura de acuerdo a un consumo estimado.

En algunas situaciones, especialmente para pequeños consumidores, las empresas prefieren no instalar medidores de energía y sólo se contentan con cobrar una tarifa, que generalmente es fija, la cual se valora basándose en un censo de carga instalada, o comparándolo con otros usuarios del mismo estrato social, pero que si tienen medidor de energía.

Estimación

Generalmente las empresas eléctricas mantienen archivos de clientes sin medidor, facilitando la identificación del universo y la investigación de campo, a continuación se describen los pasos para determinar las pérdidas descritas:

- Recurrir a los archivos de cada empresa para obtener el número de usuarios sin medidor.
- Con el dato anterior se determina el tamaño de la muestra y su selección correspondiente en forma aleatoria estratificada, consumos (altos, medios y bajos).
- Seleccionada la muestra se generan listados de los elementos con número de cuenta, sector, ruta, secuencia, carga registrada y consumo convenido⁴.
- Con la información anterior en el sitio, se debe realizar censos de carga a cada usuario, a partir del cual se valora el consumo real el mismo que es comparado con clientes similares con medidor. La diferencia que se obtiene equivale a las pérdidas por este concepto, la cual representa un porcentaje del total de la energía disponible.

- Con los datos anteriores se elaboran bases de datos, que permiten evaluar los resultados y determinar la contribución al porcentaje total de pérdidas no técnicas.

3.5.7 Pérdidas por Usuarios Directos

En esta sección se consideran todas las “conexiones ilegales” o consumidores de energía sin contrato del servicio eléctrico.

La característica más relevante de estos consumidores es que se presentan en sectores de muy bajos ingresos, generalmente en zonas marginales sectores de invasión, donde se cuelgan directamente de la red de distribución secundaria. Otra componente importante de este grupo de usuarios, constituyen las casetas y vendedores estacionarios, que son comunes en el sector de la economía informal, los mismos que están presentes en todos los países de Latinoamérica.

Por las características anteriores, hacen que el problema de los usuarios no suscriptores sea muy peculiar, dadas sus implicaciones socio-económicas y políticas. Estas razones hacen necesario un tratamiento especial, diferente de otras formas de consumos no facturados.

Estimación

La estimación de energía consumida por parte de los usuarios no suscriptores se puede realizar por medio de extrapolación de valores individuales obtenidos por muestreo, la extrapolación se hace al universo considerado.

El muestreo se debe hacer por medio de mediciones de energía consumida. Mediante censos de carga se tiene una alternativa más económica, pero produce resultados menos confiables.

Otra forma de estimar la energía consumida consiste en hacer correlación con grupos de consumidores con características socio-económicas similares a las del sector analizado; se deben escoger grupos de comparación, para los cuales se disponga de datos confiables de los patrones de consumo. En varios estudios se han efectuado regresiones de diversos indicadores de tipo social y económico calibrados sobre datos de diversos grupos de usuarios. La precisión de estos estudios no es muy buena solo sirven como estimación preliminar de los valores de pérdidas.

Generalmente las empresas ya tiene identificadas las zonas donde se concentran este tipo de usuarios. Para determinar el número de usuarios y la valoración de su consumo se procede de la siguiente manera:

- Determinar la estratificación de la población total involucrada, según el tipo de consumidor, esta puede hacerse de manera similar a la utilizada en la estimación de pérdidas no técnicas debidas al fraude.
- Selección del tamaño de la muestra, en este caso se refiere a los transformadores de distribución y sus circuitos secundarios asociados.
- Efectuar el muestreo aleatorio estratificado para cada zona de estudio, realizar una inspección de los circuitos secundarios y determinar el número de usuarios directos, además, medir sus consumos para un intervalo de tiempo que normalmente puede ser de una semana.
- Con los valores de pérdidas obtenidos en la muestra se determinan las pérdidas totales por estrato para el universo estudiado.

Los datos de censos de carga de cada elemento de la muestra, o consumos específicos e históricos de usuarios del mismo estrato, son la base para determinar los consumos reales en la muestra. Estas pérdidas no técnicas por lo general no están incluidas en los balances energéticos de las empresas eléctricas.

3.5.8 Pérdidas por Errores de Lectura y Facturación

Uno de los factores que más influye en el éxito de un programa de control de pérdidas no técnicas es el proceso de lectura de los medidores, por esta razón una sección de lectura bien organizada contribuye en gran forma al éxito en la toma de éstas. Como recomendaciones para la buena marcha del proceso de lectura se pueden citar:

- Identificación clara y documentada de las instalaciones.
- Lectura de los medidores de grandes consumidores con una periodicidad mayor que el resto de los consumidores.
- Rotación de lectores en diferentes rutas con el fin de evitar fraudes que se efectúan con la complicidad de los lectores.
- Supervisión de los procesos de lectura para evitar datos erróneos debido a lectores que no efectúan lectura alguna.
- Instalación de medidores en un lugar visible, fuera de la residencia del usuario, de manera que se facilite la lectura y sea más difícil su adulteración.
- Establecimiento de programas de mantenimiento de los medidores con una cierta periodicidad, incluyendo revisión de sellos y limpieza de las ventanas por donde se lee el consumo.
- Implantación de métodos automatizados de lectura.
- Estimular a los lectores que descubren irregularidades, mediante premios, comisiones y otros incentivos².

Un valor irregular de consumo puede ser corregido enseguida, o puede conducir a una inspección más cuidadosa por parte del lector.

Es claro que estos errores pueden corregirse mes a mes, sin embargo, es necesario realizar lo siguiente:

- Identificar rutas de lectura críticas, con altos porcentajes de lecturas cero, consumos estimados por más de tres meses, etc.

- Seguimiento de las rutas de lectura, para definir medidores faltantes o sobrantes por mala codificación, falsos informes de lectores, difícil acceso a medidores, etc⁴.

Las pérdidas que se presentan durante la facturación se deben principalmente a la información errónea acerca de los usuarios y sus instalaciones. Por lo tanto, la principal medida de control de pérdidas en esta área consiste en verificar la información registrada en los archivos de la empresa.

Como se ha demostrado los procesos de lectura y facturación, así como el recaudo están íntimamente ligados con la organización administrativa de la empresa eléctrica, por lo que otras medidas de tipo administrativo contribuyen al control de pérdidas no técnicas debidas a errores de lectura facturación.

** ** ** **

En este capítulo se ha presentado una metodología básica para la evaluación y desagregación de pérdidas no técnicas, basándose en metodologías que han sido desarrolladas por los estudiosos de esta temática y aplicadas con éxito en las empresas distribuidoras.

La aplicación de una metodología adecuada debe ajustarse a la realidad de cada empresa distribuidora en cuanto a disponibilidad de información, eficiencia administrativa y condiciones culturales y económicas de la población servida, para así obtener mejores resultados en la identificación, desagregación y control de las pérdidas no técnicas.

CAPITULO IV

EVALUACION DE PERDIDAS

4.1 INTRODUCCION

La desagregación de los componentes, es una de las partes más importantes para realizar estudios de pérdidas, la misma que permite diagnosticar las condiciones del sistema, sacar conclusiones sobre mecanismos y acciones que se deben emprender por parte de las empresas distribuidoras y así reducir las pérdidas no técnicas.

En este capítulo, se aplica la metodología expuesta en el capítulo III, para evaluar y discriminar las pérdidas no técnicas, mediante el cual se escoge un grupo de usuarios al azar y mediante la aplicación de la teoría de muestreo aleatorio estratificado, se determina el tamaño de la muestra.

Del balance global de energía se determinan las pérdidas totales, mediante la diferencia entre la energía disponible y registrada. Las pérdidas no técnicas, se obtienen de la diferencia entre las pérdidas eléctricas totales y las pérdidas técnicas, que son calculadas en la tesis de Lucio Rivera, para el mismo caso analizado.

Para desagregar las pérdidas no técnicas, es necesario recurrir a la teoría de muestreo aleatorio estratificado, mediante la cual se toma muestras de usuarios representativos de la ciudad, con esto se determina las pérdidas no técnicas por fraude, errores en medidores y errores de lectura y facturación, estos resultados son extrapolados al área

total estudiada. Las pérdidas no técnicas por alumbrado público, usuarios sin medidor y usuarios directos, se determinan directamente para el caso analizado.

Con estos resultados se puede realizar un estudio de pérdidas no técnicas y aplicar las medidas de control y reducción de las mismas, manteniéndolas dentro de un nivel económicamente aceptable.

4.2 DESARROLLO HISTORICO DE LAS PERDIDAS ELECTRICAS

En el cuadro 4.1 se describe la evolución de las pérdidas totales de energía para el período 1993 - 1997, que son resultado de los balances energéticos realizados para toda el área de concesión de EMELNORTE S.A.

Se puede ver claramente que las pérdidas totales que se tuvieron en EMELNORTE S.A., para el período en mención, éstas superan a los valores reales observados en los Estados Unidos, los mismos que son inferiores al 7.4 %⁴, a nivel de todo el país, es decir se incluyen pérdidas en el sistema de transmisión y subtransmisión.

AÑO	ENERGIA DISPONIBLE [MWh/año]	ENERGIA REGISTRADA [MWh/año]	PERDIDAS TOTALES [MWh/año]	PERDIDAS TOTALES [%]
1993	195,456	168,900	26,556	13.59
1994	229,835	190,045	39,790	17.31
1995	236,291	202,565	33,726	14.27
1996	255,169	219,963	35,206	13.80
1997	279,374	243,950	35,424	12.68

Cuadro 4.1: Desarrollo histórico de pérdidas eléctricas y financieras⁵.

No es posible obtener índices históricos de pérdidas técnicas y no técnicas, ya que nunca se realizó estudio alguno de pérdidas en EMELNORTE S.A.; de allí la necesidad urgente de emprender estudios de pérdidas, para descubrir las causas que producen niveles altos

de pérdidas eléctricas y buscar soluciones que permitan conseguir un funcionamiento más eficiente del sistema de distribución analizado.

Hay que hacer notar, que no se deben realizar por separado estudios de pérdidas técnicas y no técnicas, porque las dos están íntimamente relacionadas, de allí que siempre se debe calcularlas en forma conjunta.

4.3 DEFINICION DEL CASO DE ESTUDIO

Breve Descripción del Sistema Eléctrico de Ibarra

El presente estudio está dirigido a evaluar y controlar las pérdidas eléctricas en la ciudad de Ibarra, por esta razón se presenta el resumen global de la ciudad.

La ciudad de Ibarra está servida por dos subestaciones eléctricas El Retorno y Diesel, las que presentan 13 alimentadores primarios; de la subestación El Retorno, se derivan 5 alimentadores primarios de 13.8 kV, de los cuales 4 sirven a la parte sur de la ciudad y un alimentador que es netamente rural y sirve a los usuarios de la parte sur oriental de la provincia de Imbabura y la parte nororiental del cantón Cayambe. En la subestación Diesel, se tienen 8 alimentadores primarios, de los cuales 5 tienen un nivel de voltaje de 13.8 kV y sirven la parte centro-norte de la ciudad; además, a las poblaciones de San Antonio, Tanguarín, Imbaya, Salinas y el cantón Urcuquí, mientras tanto, 3 alimentadores de 6.3 kV sirven la parte céntrica de la ciudad.

El número de usuarios para el área de influencia de las dos subestaciones, en el mes de junio de 1997 es de 34,587, de los cuales, 34,467 son usuarios normales y 120 usuarios especiales. Estos datos se presentan en forma detallada en el anexo 4.5.

4.4 BALANCE GLOBAL DE PERDIDAS ELECTRICAS

Como resultado del balance global de pérdidas, se determinan las pérdidas eléctricas totales, mediante la diferencia entre la energía disponible de las dos subestaciones de Ibarra y la energía registrada. Aplicando la ecuación 3.2 del capítulo III, se obtienen las pérdidas no técnicas, las mismas que dependen de la exactitud con que se calculen las pérdidas técnicas, las mismas que fueron calculadas en la tesis de Lucio Rivera, mediante la modelación del sistema primario, análisis de carga en los transformadores de distribución, cálculo de pérdidas en acometidas y medidores. A continuación se presentan los resultados que se dieron.

La energía medida para el período comprendido entre el 1 de julio 1996 y el 30 de junio 1997 es de 72,865 MWh/año, que resulta ser la energía disponible neta de las dos subestaciones eléctricas, (El Retorno y Diesel), ver anexo 4.1.

Cabe resaltar, que para poder determinar la energía disponible neta de Ibarra, fue necesario instalar el analizador de carga durante dos semanas, una en la subestación El Retorno y otra semana en la subestación Alpachaca.

Para determinar la energía y demanda en la subestación Diesel, se hizo necesario calcular las pérdidas técnicas en la línea de 34.5 kV, y 1.2 km de longitud medidos desde la subestación Alpachaca hasta la subestación Diesel. La curva de pérdidas en la línea mencionada se presenta en el anexo 4.3.4.

Por falta del protocolo de pruebas en los transformadores de la subestación Diesel, se recurrió a la metodología utilizada por: "Electrical Transmission and Distribution Reference Book" de la Westinghouse, para determinar en forma aproximada las pérdidas en el hierro y cobre (nominales). Las curvas de pérdidas en el hierro y cobre de los transformadores de la subestación Diesel, se presentan en el anexo 4.3.4.

Los resultados obtenidos para una semana se extrapolaron a un año, considerando el número de veces que se repite cada día, en el período comprendido entre el 1 de julio 1996 y el 30 de junio 1997. Los resultados de las mediciones se presentan en forma detallada en el anexo 4.1.

Para calcular la energía registrada neta de la ciudad de Ibarra, fue necesario definir el área de influencia de las dos subestaciones de Ibarra, así como también, los usuarios que pertenecen al área en mención.

La energía registrada neta, cuyo valor es de 60,068 MWh/año, se obtiene para el período mencionado; en ésta, se encuentran incluidos los consumos por alumbrado público y autoconsumos. En el anexo 4.4 se presenta en forma detallada los resultados obtenidos para determinar la energía registrada.

Aplicando la ecuación 3.1 del capítulo III, se determina las pérdidas eléctricas totales:

$$P_t = 72,865 - 60,068 = 12,797 \text{ MWh/año}$$

Por medio de la ecuación 3.3 se obtiene el porcentaje de pérdidas totales en función de la energía disponible de la ciudad de Ibarra, cuyo valor es del 17.56 %.

4.5 EVALUACION DE PERDIDAS NO TECNICAS

Las pérdidas no técnicas, se obtuvieron de la diferencia entre las pérdidas totales y las pérdidas técnicas, que fueron determinadas de la modelación del sistema primario, análisis de carga en transformadores de distribución, cálculo de pérdidas en acometidas y medidores, realizado en la tesis de Lucio Rivera. Las pérdidas técnicas calculadas, son de 4,564.75 MWh/año¹⁵, aplicando la ecuación 3.2 se determinan las pérdidas no técnicas de la ciudad de Ibarra.

$$P_{NT} = 12,797 - 4,564.75 = 8,232.25 \text{ MWh/año}$$

El porcentaje de pérdidas no técnicas obtenido en función de la energía disponible de Ibarra resulta ser del 11.30 %. Las pérdidas no técnicas de la ciudad de Ibarra, comparadas con la energía disponible del sistema eléctrico de EMELNORTE S.A., para el año 1997, representa el 2.95 %.

4.6 IDENTIFICACION Y EVALUACION DE LOS COMPONENTES DE PERDIDAS NO TECNICAS

Si bien es sencillo identificar los componentes de pérdidas no técnicas, su evaluación con precisión no es tarea fácil, toda vez que la investigación debe realizarse en el universo compuesto por todos los usuarios de la ciudad de Ibarra.

Para determinar las pérdidas no técnicas por fraude, errores en medidores, errores de lectura y facturación, fue necesario tomar muestras seleccionadas al azar compuestas por usuarios de varios sectores de la ciudad. Los resultados de las muestras fueron extrapolados al caso global analizado. Las pérdidas no técnicas por alumbrado público, usuarios sin medidor y usuarios directos, se calcularon directamente, sin la necesidad de recurrir a la toma de muestras.

4.6.1 Pérdidas por Alumbrado Público

Las pérdidas no técnicas por alumbrado público, son producidas por la diferencia de estimación existente entre la energía consumida por alumbrado público y la energía que se logra facturar por este concepto.

En la obtención de la energía consumida por alumbrado público, se utilizó los datos de los censos de luminarias y semáforos realizados en los meses febrero y agosto del año 1997 respectivamente; de donde se determinó la existencia de 8,124 luminarias, más 62

reflectores, mientras tanto, del censo de semáforos se determinó la existencia de 108 simples, más un direccional, tal como se indica en el anexo 4.9.

Para determinar el factor de funcionamiento real, fue necesario realizar inspecciones en un sector representativo de la ciudad, con esto se logró obtener el número de luminarias que se encontraban encendidas durante el día y apagadas en la noche; en una muestra de 50 luminarias, se encontró a 46 funcionando normalmente, lo que da como resultado un factor de funcionamiento del 92 %, el mismo que fue aplicado al caso global. Este porcentaje se debe considerar constante, ya que existe una sección de alumbrado público que se encarga de revisar el estado de funcionamiento de las luminarias, además, se complementa con la información dada por los usuarios, sobre el estado de funcionamiento de las luminarias.

Del censo realizado, se determina la capacidad total instalada por alumbrado público, cuyo valor es de 1,372.40 kW, si se considera que el período de funcionamiento es de 12 horas al día y el factor de funcionamiento es del 92 %. Aplicando la ecuación 3.10 del capítulo III, se obtiene la energía consumida por el alumbrado público.

$$E_{AP} = 1,372.40 \times 12 \times 0.92 \times 365 = 5,530.22 \text{ MWh/año}$$

Por medio del censo de semáforos realizado en la ciudad de Ibarra, se determina la capacidad total instalada, cuyo valor es de 19.56 kW; en el anexo 4.9 se detalla la información.

El funcionamiento promedio de los semáforos, es de 15 horas al día, además, se debe tomar en cuenta que en un semáforo sólo funciona un foco a la vez, aplicando la ecuación 3.11 se determina la energía consumida de la siguiente manera.

$$E_s = (19.56/3) \times 15 \times 365 = 35.70 \text{ MWh/año}$$

Para calcular la energía consumida por alumbrado público y semáforos, se aplica la ecuación 3.12, obteniéndose un valor de 5,565.92 MWh/año.

La energía facturada por alumbrado público para la ciudad de Ibarra, se obtuvo de la siguiente manera:

- Se investigó las rutas que pertenecen al área de influencia de las subestaciones El Retorno y Diesel.
- Por medio de las estadísticas de frecuencias proporcionadas por el Departamento Comercial, se determinó el monto facturado por alumbrado público para clientes con tarifa de energía y clientes con demanda, ver anexo 4.4
- El monto facturado, se obtuvo para cada mes, en el período comprendido entre el 1 de julio 1996 hasta el 30 de junio 1997.
- En el cuadro 4.2 se presenta la energía facturada, para cada uno de los meses del período mencionado; tomando en cuenta el decreto 024 del 14 de marzo 1997 del Pliego Tarifario vigente que entró en vigencia desde el mes de abril 1997, considerando las planillas emitidas desde marzo del mismo año en el cual el valor del kWh por alumbrado público era de S/. 328, cobrándose anteriormente S/. 130 por kWh, valor que estuvo vigente desde junio de 1993¹⁶.

AÑO 1996	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
A.P. [S/.]	62,222,723	58,302,590	59,088,831	63,244,537	58,150,932	64,238,139
[MWh/mes]	478.64	448.48	454.54	486.50	447.31	494.14

AÑO 1997	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
A.P. [S/.]	51,208,529	60,805,206	96,375,148	109,039,297	105,420,574	114,825,244
[MWh/mes]	393.91	467.73	293.83	332.44	321.40	350.08

Cuadro 4.2: Energía facturada por alumbrado público en la ciudad de Ibarra.

Del cuadro 4.2, se determina la energía facturada por alumbrado público para el período en mención es 4,969 MWh/año, aplicando la ecuación 3.13, se determina las pérdidas no técnicas por alumbrado público.

$$P_{AP} = 5,565.92 - 4,969 = 596.92 \text{ MWh/año}$$

Estas representan el 0.82 % de la energía disponible para la ciudad de Ibarra y el 4.66 % de las pérdidas eléctricas de Ibarra.

4.6.2 Pérdidas por Usuarios sin Medidor

Mediante las estadísticas de usuarios con tarifa fija proporcionados por el Departamento Comercial, se determinó que existen 27 usuarios sin medidor en el área analizada; de los cuales 13 eran usuarios permanentes con número de cuenta y 14 usuarios ocasionales sin número de cuenta.

Se observa un número reducido de usuarios sin medidor, porque la empresa eléctrica posee una cantidad suficiente de medidores para abastecer la demanda existente; generalmente los usuarios sin medidor son del estrato comercial y residencial bajo; la mayoría de éstos utilizan la energía para ventas ambulantes, kioscos de comidas y construcción de edificios.

La energía que la empresa factura a los usuarios sin medidor, se basa en la información que éstos dan de la carga instalada y el uso que le van a dar la energía requerida. Para el caso de usuarios ocasionales (sin número de cuenta), todos son facturados con tarifa comercial fija.

La evaluación de la energía consumida por usuarios sin medidor, se basó en el censo de carga realizado y el número de horas al día que funciona cada electrodoméstico,

información proporcionada por cada usuario. Las pérdidas por usuarios sin medidor, se determinan mediante la diferencia entre la energía calculada y la energía facturada.

En el anexo 4.10.1, se presenta la información de usuarios sin medidor (permanentes), mientras tanto, en el anexo 4.10.2, se detalla la información de los usuarios sin medidor (ocasionales).

La energía facturada a los usuarios sin medidor (permanentes) es de 123.48 MWh/año, mientras tanto el consumo calculado basado en el censo de carga es 126.08 MWh/año, lo que representa una energía pérdida de 2.60 MWh/año; mientras tanto la energía facturada a los usuarios sin medidor (ocasionales) es de 10.56 MWh/año, y la energía calculada es 13.55 MWh/año, obteniéndose una energía perdida de 2.99 MWh/año.

Las pérdidas totales correspondientes a usuarios sin medidor suman 5.59 MWh/año y representan el 0.044 % de las pérdidas totales de la ciudad de Ibarra y el 0.0077 % de la energía disponible de Ibarra.

4.6.3 Pérdidas por Usuarios Directos

Por lo general se tiene identificadas las zonas de la ciudad donde existe éste tipo de infractores; por esta razón las inspecciones se realizaron en sitios específicos de la ciudad, generalmente en los alrededores del mercado Amazonas y sectores donde se concentra la población del nivel socio-económico bajo, encontrándose 5 conexiones clandestinas, correspondiendo 3 para la venta de casetes y 2 para uso residencial.

En el anexo 4.11, se tiene la información de campo obtenida para las pérdidas no técnicas por usuarios directos de Ibarra.

Para obtener la energía perdida, se procedió a realizar un censo de carga de acuerdo al número de horas que funciona cada electrodoméstico; determinándose la energía perdida

por conexiones clandestinas; cuyo valor es 0.67 MWh/año y representa el 0.0052 % de las pérdidas totales de la ciudad y el 0.00092 % de la energía disponible neta de Ibarra.

4.6.4 Pérdidas por Fraude

Para evaluar las pérdidas por fraude, fue necesario aplicar la teoría de muestreo aleatorio estratificado sesgado, por medio del cual se definieron 9 muestras, como se detalla a en el cuadro 4.3.

Se clasificaron a los usuarios por tipo de tarifa así: comercial-servicios, industrial y residencial; y por el nivel socio económico en tres rangos de consumo: bajo (consumos menores que 150 kWh/mes), medio (consumos comprendidos entre 150 y 500 kWh/mes) y alto (consumos mayores que 500 kWh/mes).

En el anexo 4.5, se presenta el cuadro de distribución de frecuencias perteneciente al mes de junio 1997, donde se tiene el número total de usuarios por tarifas y rangos de consumo, definidos en el párrafo anterior.

Mediante la ecuación 3.7 del capítulo III de la teoría de muestreo aleatorio estratificado, se determina el número de usuarios de cada muestra. En esta se considera los siguientes parámetros: $\delta^2 = 1.96$; $p = 0.5$, $q = 0.5$, $e = 0.1$; los resultados obtenidos se detallan en el cuadro 4.3.

Las muestras fueron seleccionadas en forma aleatoria estratificada sesgada, de tal forma que se escogieron usuarios representativos de varios sectores de la ciudad de Ibarra. Estas se presentan en forma detallada en los anexos 4.6.1, 4.6.2 y 4.6.3.

Por medio de los catastros de consumos, se procedió a identificar a usuarios escogidos en forma aleatoria estratificada, con el fin de conocer su nombre, dirección, número de cuenta, ruta y consumo histórico; datos con los que se realizó una inspección minuciosa

de las acometidas y se verificó el estado del medidor de cada usuario. Además, se hizo un censo de carga instalada; para el caso de clientes especiales se revisó la acometida, estado de los transformadores de corriente, voltaje, relación de transformación (verificación de los multiplicadores) y funcionamiento del medidor.

TARIFAS	RANGO DE CONSUMO	UNIVERSO	MUESTRA
COMERCIAL Y SERVICIOS	ALTO	393	44
	MEDIO	843	46
	BAJO	2,339	48
INDUSTRIAL	ALTO	122	35
	MEDIO	148	37
	BAJO	145	37
RESIDENCIAL	ALTO	319	43
	MEDIO	7,669	49
	BAJO	22,609	49
TOTAL		34,587	388

Cuadro 4.3: Número de usuarios del universo y muestras definidas

La energía consumida real, se determinó por medio de lecturas, al inicio y fin de una semana, este período se proyectó a un año. Mediante la diferencia del consumo real y el consumo facturado (obtenido como promedio histórico), se determinó las pérdidas no técnicas por fraude.

Los resultados obtenidos en las muestras definidas, se presentan en el anexo 4.6.4, éstos se extrapolaron para determinar las pérdidas no técnicas por fraude para la ciudad de Ibarra, tal como se indica en el cuadro 4.4.

La energía perdida por fraude en las muestras es de 72.66 MWh/año y representa el 82.41 % de los componentes de pérdidas no técnicas por fraude, errores en medidores y errores de lectura y facturación, cuyo valor es 88.17 MWh/año. Aplicando el mismo porcentaje al total de pérdidas no técnicas por fraude, errores en medidores y errores de lectura y facturación, cuyo valor es 7,629.07 MWh/año; se determina la energía perdida

por fraude para la ciudad de Ibarra, cuyo valor asciende a 6,287.12 MWh/año y representa el 49.13 % de las pérdidas eléctricas de Ibarra y el 8.63 % de la energía disponible de la ciudad.

TARIFA	UNIVERSO		MUESTRA		PERDIDAS	
	Nº ABONAD.	ENERGIA PERDIDA [MWh/año]	Nº ABONAD.	ENERGIA PERDIDA [MWh/año]	PORCENTAJE $(P_F+P_{LF}+P_{EM})$ MUESTRA	PORCENTAJE ENERGIA DISPONIBLE
COMERCIAL						
SERVICIOS						
(0 - 150) kWh	2,339	1,571.59	48	18.16	20.60%	2.16%
(150 - 500) kWh	843	1,273.29	46	14.72	16.69%	1.75%
(500 - 99,999) kWh	393	1,587.61	44	18.35	20.81%	2.18%
TOTAL	3,575	4,432.49	138	51.23	58.10%	6.08%
INDUSTRIAL						
(0 - 150) kWh	145	540.14	37	6.24	7.08%	0.74%
(150 - 500) kWh	148	90.02	37	1.04	1.18%	0.12%
(500 - 99,999) kWh	122	109.86	35	1.27	1.44%	0.15%
TOTAL	415	740.02	109	8.55	9.70%	1.02%
RESIDENCIAL						
(0 - 150) kWh	22,609	489.79	49	5.66	6.42%	0.67%
(150 - 500) kWh	7,669	624.82	49	7.22	8.19%	0.86%
(500 - 99,999) kWh	319	0.00	43	0.00	0.00%	0.00%
TOTAL	30,597	1,114.61	141	12.88	14.61%	1.53%
TOTAL	34,587	6,287.12	388	72.66	82.41%	8.63%
$(P_F+P_{LF}+P_{EM})$ UNIVERSO [MWh/año]:			7,629.07			
$(P_F+P_{EM}+P_{LF})$ EN LA MUESTRA [MWh/año]:			88.17			
ENERGIA DISPONIBLE IBARRA [MWh/año]:			72,865			

Cuadro 4.4: Pérdidas no técnicas por fraude de la ciudad de Ibarra

Se realizaron inspecciones de campo, con el propósito de identificar a los usuarios que presentaron novedades, estos resultados se detallan a continuación:

- Medidores reparados que fueron manipulados por los infractores.
- Contrabando, (parte de la carga conectada directamente).
- Medidores dados de baja, debido a que presentaban daños irreparables ocasionados por los infractores, se reemplazaron por nuevos cuyo valor se cargó al usuario.
- Cambio de tarifa, a usuarios que se encontraron dando distinto uso del servicio al que contrataron.
- Medidores sin uso, puede significar que no vive nadie o que el abonado es moroso.
- Medidores que no pudieron ser revisados por encontrarse la puerta cerrada en horas laborables.

En el cuadro 4.5 se detalla las novedades encontradas.

DESCRIPCION DE LA NOVEDAD ENCONTRADA	NUMERO DE USUARIOS	PORCENTAJE INFRACTORES
REPARADOS	21	26,25 %
CONTRABANDO	2	2,5 %
DADOS DE BAJA	2	2,5 %
CAMBIO DE TARIFA	42	52,5 %
PUERTA CERRADA	3	3,75 %
SIN USO	10	12,5 %
TOTAL	80	100 %

Cuadro 4.5: Novedades encontradas

Medidores Reparados

En las inspecciones realizadas, se descubrieron 21 medidores dañados y que fueron reparados, estos representan el 5,41 % del total de usuarios de las muestras, mediante el informe de laboratorio se determinaron los daños más frecuentes producidos al medidor por parte de los infractores, siendo estos: rotura de sellos, disco frenado por pedazos de tela o plástico, zafado el puente de tensión, disco torcido, piñones remordidos, separado el tambor o descalibrados. En el cuadro 4.6, se indica los resultados obtenidos para cada una de las muestras estudiadas.

Los mayores problemas se encontraron en la tarifa comercial y servicios; era de esperarse, por ser la tarifa en la que más cuesta el kWh de energía consumido. Los infractores, en su afán de cometer reducir el consumo de energía, manipulan al medidor, lo que perjudica a la empresa distribuidora.

TARIFA	ESTRATO	NUMERO DE MEDIDORES	ENERGIA PERDIDA [MWh/año]	PORCENTAJE MEDIDORES MUESTRA
COMERCIAL Y SERVICIOS	ALTO	3	18,35	0,77%
	MEDIO	3	14,72	0,77%
	BAJO	6	17,59	1,55%
INDUSTRIAL	ALTO	1	1,27	0,26%
	MEDIO	1	1,04	0,26%
	BAJO	2	6,24	0,52%
RESIDENCIAL	ALTO	0	0	0,00%
	MEDIO	3	6,14	0,77%
	BAJO	2	3,67	0,52%
TOTAL		21	69,02	5,42%
TOTAL USARIOS DE LAS MUESTRAS				388

Cuadro 4.6: Medidores reparados

Contrabando

Por medio de las inspecciones realizadas se determinó la existencia de 2 usuarios con parte de su carga conectada directamente, éstos representan el 0.52 % de los usuarios que componen las muestras. En el cuadro 4.7 se detalla los resultados obtenidos.

Como se puede observar esta actividad, es predominante en el estrato medio y bajo de las tarifas residencial y comercial, respectivamente. Es lo esperado porque el contrabando suelen realizar los usuarios de condiciones socioeconómicas bajas.

TARIFA	ESTRATO	NUMERO DE MEDIDORES	ENERGIA PERDIDA [MWh/año]	PORCENTAJE MEDIDORES MUESTRA
COMERCIAL Y SERVICIOS	ALTO	0	0	0,00%
	MEDIO	0	0	0,00%
	BAJO	1	0,58	0,26%
INDUSTRIAL	ALTO	0	0	0,00%
	MEDIO	0	0	0,00%
	BAJO	0	0	0,00%
RESIDENCIAL	ALTO	0	0	0,00%
	MEDIO	1	1,08	0,26%
	BAJO	0	0	0,00%
TOTAL		2	1,66	0,52%
TOTAL USARIOS DE LAS MUESTRAS				388

Cuadro 4.7: Usuarios con contrabando

Medidores dados de baja

Se encontraron 2 medidores que fueron dados de baja y representan el 0.52 % de los usuarios que componen las muestras. Los daños más frecuentes encontrados fueron los siguientes: bobina de corriente quemada, disco frenado y borneras quemadas. No se considera pérdidas en el usuario de la tarifa comercial, estrato alto, porque el daño del medidor no lo ocasionó el usuario, sino más bien fue porque el medidor estaba obsoleto y con las borneras quemadas, el daño fue ocasionado por tener baja capacidad de corriente nominal. En el cuadro 4.8 se presenta los resultados obtenidos

TARIFA	ESTRATO	NUMERO DE MEDIDORES	ENERGIA PERDIDA [MWh/año]	PORCENTAJE MEDIDORES MUESTRA
COMERCIAL Y SERVICIOS	ALTO	1	0	0.26%
	MEDIO	0	0	0.00%
	BAJO	0	0	0.00%
INDUSTRIAL	ALTO	0	0	0.00%
	MEDIO	0	0	0.00%
	BAJO	0	0	0.00%
RESIDENCIAL	ALTO	0	0	0.00%
	MEDIO	0	0	0.00%
	BAJO	1	1.98	0.26%
TOTAL		2	1.98	0.52%
TOTAL USUARIOS DE LAS MUESTRAS				388

Cuadro 4.8: Medidores dados de baja.

Cambio de tarifa

Se observaron 42 usuarios que estaban cometiendo fraude, al estar ubicados dentro de una tarifa que perjudican económicamente a la empresa, éstos representan el 10.82 % de los usuarios que componen las muestras. Estas novedades se presentan por falta de control en la actualización periódica de carga instalada y ubicación de la tarifa correcta.

Como ejemplo podemos citar a usuarios que pagan por tarifa comercial o industrial artesanal, si la carga instalada es superior a 10 kW, éstos deberían pagar un cargo adicional por demanda, mediante la tarifa comercial con demanda o industrial con

demanda. Además, se encontró un número apreciable de usuarios que pagan por tarifa residencial y la energía la utilizan para negocios, mecánicas, talleres, etc. debiendo éstos pagar mediante una de estas tarifas comercial, comercial con demanda, industrial artesanal o industrial con demanda, dependiendo del censo de carga instalada y uso que le den al servicio.

Según el pliego tarifario vigente los usuarios residenciales no pagan por demanda, así la capacidad instalada sea superior a 10 kW. En cuadro 4.9 se presenta en forma detallada los resultados obtenidos.

TARIFAS	RANGO DE CONSUMO	USUARIOS INFRACORES	PORCENTAJE USUARIOS MUESTRAS
COMERCIAL Y SERVICIOS	ALTO	1	0.26 %
	MEDIO	1	0.26 %
	BAJO	6	1.55 %
INDUSTRIAL	ALTO	4	1.03 %
	MEDIO	8	2.06 %
	BAJO	8	2.06 %
RESIDENCIAL	ALTO	5	1.29 %
	MEDIO	5	1.29 %
	BAJO	4	1.03 %
TOTAL		42	10.82 %
TOTAL USUARIOS DE LAS MUESTRAS:			388

Cuadro 4.9: Cambio de tarifa.

Las pérdidas que se producen por cambio de tarifa son exclusivamente de tipo económico; la empresa distribuidora factura a S/. 16,550¹⁷ por cada kilovatio de capacidad instalada, si ésta supera el valor de 10 kW.

Puerta cerrada

En las inspecciones realizadas no se pudo tener acceso a tres medidores, por encontrarse la puerta cerrada en horas laborables, éstos representan el 0.77 %, de los usuarios que componen las muestras. En el cuadro 4.10 se presentan los resultados obtenidos.

TARIFAS	RANGO DE CONSUMO	MEDIDORES NO RETIRADOS	PORCENTAJE USUARIOS MUESTRAS
COMERCIAL Y SERVICIOS	ALTO	0	0 %
	MEDIO	0	0 %
	BAJO	0	0 %
INDUSTRIAL	ALTO	0	0 %
	MEDIO	2	0.52 %
	BAJO	0	0 %
RESIDENCIAL	ALTO	0	0 %
	MEDIO	1	0.26 %
	BAJO	0	0 %
TOTAL		3	0.78 %
TOTAL USUARIOS DE LAS MUESTRAS:			388

Cuadro 4.10: Usuarios con la puerta cerrada.

Esta novedad no influye en los resultados obtenidos, ya que el porcentaje total de medidores con la puerta cerrada es mínimo.

Sin uso

Del estudio de campo realizado, se pudieron descubrir 10 medidores sin uso y representan el 2.57 % de los usuarios analizados en las muestras.

En el cuadro 4.11 se presenta los resultados obtenidos.

TARIFAS	RANGO DE CONSUMO	MEDIDORES SIN USO	PORCENTAJE USUARIOS MUESTRAS
COMERCIAL Y SERVICIOS	ALTO	0	0 %
	MEDIO	0	0 %
	BAJO	3	0.77 %
INDUSTRIAL	ALTO	0	0 %
	MEDIO	0	0 %
	BAJO	0	0 %
RESIDENCIAL	ALTO	0	0 %
	MEDIO	0	0 %
	BAJO	4	1.03 %
TOTAL		10	2.57 %
TOTAL USUARIOS DE LAS MUESTRAS:			388

Cuadro 4.11: Medidores sin uso.

4.6.5 Pérdidas por Errores en Medidores

Para evaluar las pérdidas por errores en medidores, fue necesario aplicar la teoría de muestreo aleatorio simple por medio de la cual se definió el tamaño de la muestra. Mediante la ecuación 3.7 del capítulo III, y con los siguientes parámetros: $\delta^2 = 1.96$, $p = 0.5$, $q = 0.5$, $e = 0.1$ y $N = 34,587$, se determinó que el número de usuarios a investigar sería de 49, pero se definió una muestra de 90 usuarios, debido a que no es necesario realizar un muestreo estratificado para este tipo de pérdidas no técnicas.

Los resultados obtenidos en la muestra, se detallan en el anexo 4.7, los mismos que fueron extrapolados para determinar las pérdidas no técnicas por errores en medidores, tal como se detalla en el cuadro 4.12.

Por lo general las empresas eléctricas no tienen archivos de medidores en los que se haya realizado mantenimiento, de allí que se definió una muestra con la consigna de barrer los sectores donde no se ha realizado mantenimiento de los medidores.

Para determinar la energía perdida se hizo una inspección minuciosa de los medidores que componen la muestra. Para verificar la calibración de cada uno éstos, se utilizó el contrastador portátil Fisher Pierce Modelo 1131A, cuyas características técnicas se describen en el apéndice 2.

En la contrastación de medidores, fue necesario ingresar las características técnicas de los mismos, tales como: tipo de medidor, monofásico, bifásico o trifásico y la constante del medidor kh en unidades de Wh/rev, con esta información se procedió a programar el contrastador para un número determinado de revoluciones, dependiendo de la constante del medidor. El error promedio se calculó de acuerdo al tiempo de ocurrencia de demanda mínima y máxima, para lo cual se utilizó la curva de carga diaria de un usuario residencial, obteniéndose un intervalo de 5 horas para demanda máxima y 19 horas para demanda mínima.

Para determinar la energía perdida por descalibración de medidores, se utilizó el rango de error aceptado en EMELNORTE S.A, en $\pm 2\%$ del error promedio, errores que estén fuera de este rango se considerarán como pérdidas por errores de medidores.

La energía facturada en la muestra es 250.78 MWh/año; mientras tanto la energía calculada es 260.55 MWh/año, obteniéndose una energía perdida por errores en medidores de 9.77 MWh/año y representa el 11.08 % de las pérdidas no técnicas por fraude, errores en medidores y errores de lectura y facturación, cuyo valor asciende a 88.17 MWh/año. Aplicando el mismo porcentaje al total de pérdidas no técnicas por fraude, errores en medidores y errores de lectura y facturación, cuyo valor es de 7,629.07 MWh/año; se determina la energía perdida por errores en medidores para la ciudad de cuyo valor asciende a 845.30 MWh/año y representa el 6.61 % de las pérdidas totales de la ciudad y el 1.16 % de la energía disponible neta.

En el cuadro 4.12 se muestra las pérdidas por errores en medidores luego de realizar la extrapolación respectiva.

DESCRIPCIÓN	MUESTRA	UNIVERSO
NUMERO DE USUARIOS DE LA MUESTRA	90	34,567
ENERGIA FACTURADA [MWh/año]	250.78	55,099
ENERGIA REAL [MWh/año]	260.55	
ENERGIA PERDIDA [MWh/año]	9.77	845.3
$(P_F + P_{LF} + P_{EM})$ REPRESENTAN 100 % MUESTRAS [MWh/año]	88.17	
PORCENTAJE DE PERDIDAS EN LA MUESTRA	11.08%	
$(P_{NT} - P_{AP} - P_{CT} - P_{SM})$ DE BARRA [MWh/año]		7,629.1
ENERGIA DISPONIBLE [MWh/año]		72,865

Cuadro 4.12: Pérdidas totales por errores en medidores.

Los resultados de los medidores que tuvieron novedades se detallan a continuación:

- Medidores sin uso.
- Medidores reparados.
- Medidores dados de baja.

Medidores sin uso

En las inspecciones realizadas fueron descubiertos 4 medidores sin uso, que representan el 4.44 % de los usuarios que componen la muestra; éstos no aportan a las pérdidas por errores en medidores por tener un consumo de 0 kWh/mes.

Medidores reparados

Se descubrió un medidor que tuvo que ser reparado y representa el 1.11 % de los usuarios que componen la muestra.

Estos resultados permiten concluir la existencia de un mínimo de medidores que fueron reparados, el resto se calibraron en el sitio.

Medidores dados de baja

En las inspecciones, se descubrieron 2 medidores obsoletos y representan el 2.22 % de los medidores revisados en la muestra; los mismos que se dieron de baja por encontrarse con las borneras quemadas y por su baja capacidad de corriente nominal, 10 A. Estos contadores fueron sustituidos por nuevos sin ningún costo para el usuario, ya que la empresa falló al instalar medidores de baja capacidad.

4.6.6 Pérdidas por Errores de Lectura y Facturación

Para la evaluación de la energía perdida por errores de lectura y facturación, se procedió de la siguiente manera:

Mediante la ecuación 3.7 del capítulo III, se determinó el número de usuarios de la muestra. En esta se considera los siguientes parámetros: $\delta^2 = 1.96$, $p = 0.5$, $q = 0.5$, $e = 0.1$ y $N = 34,587$; por tanto, el número de usuarios a investigar sería de 49; pero en este caso, se prefirió definir una muestra de 60 usuarios al azar, debido a que no es necesario realizar un muestreo estratificado para este tipo de pérdidas no técnicas.

Se hizo necesario recurrir al archivo del Departamento Comercial, donde se generó una lista de usuarios, a los cuales se les realizó un seguimiento desde la toma de lecturas, al inicio y fin del período.

Los resultados obtenidos en la muestra, se detallan en el anexo 4.8, los mismos que fueron extrapolados para determinar las pérdidas no técnicas por errores de lectura y facturación, tal como se detalla en el cuadro 4.13.

La energía perdida por errores de lectura es 6.0 MWh/año; mientras tanto la energía que se gana por errores de facturación es 0.26 MWh/año, mediante la diferencia entre la energía perdida por errores de lectura y la energía ganada por errores de facturación se

determina la energía que se pierde por errores de lectura y facturación; obteniéndose un valor de 5.74 MWh/año y representa el 6.51 % de las pérdidas no técnicas por fraude, errores en medidores y errores de lectura y facturación, siendo éstas de 88.17 MWh/año. Aplicando el mismo porcentaje al total de pérdidas no técnicas por fraude, errores en medidores y errores de lectura y facturación, cuyo valor es 7,629.07 MWh/año; se determina la energía perdida por errores de lectura y facturación para la ciudad de Ibarra, cuyo valor asciende a 496.65 MWh/año y representa el 3.88 % de las pérdidas eléctricas de Ibarra y el 0.68 % de la energía disponible de la ciudad.

En el cuadro 4.13 se presenta los resultados obtenidos para la muestra y con la extrapolación respectiva.

DESCRIPCION	MUESTRA	UNIVERSO
NUMERO DE USUARIOS DE LA MUESTRA	60	34,567
ENERGIA PERDIDA POR ERRORES DE LECTURA [MWh/año]	6.00	
ENERGIA PERDIDA POR ERRORES DE FACTURACION [MWh/año]	-0.26	
PERDIDAS ERRORES DE LECTURA Y FACTURACION [MWh/año]	5.74	496.65
$(P_F + P_{LF} + P_{EM})$ REPRESENTAN 100 % MUESTRAS [MWh/año]	88.17	
PORCENTAJE DE PERDIDAS EN LA MUESTRA	6.51%	
$(P_F + P_{LF} + P_{EM})$ DE IBARRA [MWh/año]		7,629.07
ENERGIA DISPONIBLE [MWh/año]		72,865

Cuadro 4.13: Resultados obtenidos por errores de lectura y facturación

En el cuadro 4.14 se presenta el porcentaje de errores de lectura y facturación en función del número de elementos de la muestra.

DESCRIPCION	NUMERO DE USUARIOS	PORCENTAJE DE LA MUESTRA
ERRORES DE LECTURA	10	16.67 %
ERRORES DE FACTURACION	3	5 %
USUARIOS DE LA MUESTRA	60	100 %

Cuadro 4.14: Porcentaje de errores de lectura y facturación.

Como se puede apreciar los errores de lectura son mucho más frecuentes que los errores de facturación, esto se debe a que en rutas de muy difícil acceso, los lectores toman como consumo mensual al promedio histórico del usuario, sin realizar la toma de lectura del medidor. También se cometen errores de lectura por la mala visualización de la lectura del medidor, los errores cometidos en facturación se encuentran al digitar erróneamente las lecturas tomadas.

Se encontraron 4 cuentas dadas de baja que no contribuyen al valor de pérdidas por errores de lectura y facturación.

Una de las características de las pérdidas por errores de lectura y facturación es la refacturación que se realiza en las cuentas que tienen pérdidas por errores de lectura y facturación, éstas se pueden recuperar por medio de las refacturaciones en los meses posteriores, de allí que estas pérdidas no influyen en el balance anual de energía. La dificultad existente radica en que se producen cambios bruscos en las planillas de los usuarios, lo que genera el reclamo de éstos.

4.7 BALANCE DE ENERGIA

4.7.1 Balance Total de Pérdidas Eléctricas

Los resultados de pérdidas técnicas y no técnicas, se detallan en el balance de pérdidas eléctricas, presentado en el cuadro 4.15, estos índices de pérdidas técnicas y no técnicas obtenidos para la ciudad de Ibarra, son el reflejo de la falta de estudios al nivel de ingeniería.

DESCRIPCION	ENERGIA PERDIDA [MWh/año]	PORCENTAJE DE ENERGIA DISPONIBLE
ENERGIA DISPONIBLE NETA	72,865	100.00%
ENERGIA REGISTRADA NETA	60,068	82.44%
PERDIDAS ELÉCTRICAS TOTALES	12,797	17.56%
PERDIDAS TÉCNICAS	4,564.75	6.26%
PERDIDAS NO TÉCNICAS	8,232.25	11.30%

Cuadro 4.15: Balance de energía

4.7.2 Balance de Potencia

El balance de potencia se realiza con los datos de pérdidas técnicas y no técnicas obtenidos en la tesis de Lucio Rivera; éste se lo debe realizar para el intervalo de demanda, cuando se tenga la máxima demanda del caso analizado. Aplicando la ecuación 3.6 se determina la demanda registrada máxima del área estudiada.

$$D_{R_{\max}} = 16.891 - 3.190 = 13.701 \text{ MW}$$

DESCRIPCION	DEMANDA [MW]	DEMANDA [%]
DEMANDA DISPONIBLE MÁXIMA	16.891	100.00
DEMANDA REGISTRADA MÁXIMA	13.701	81.11
DEMANDA PERDIDAS ELÉCTRICAS	3.190	18.89
DEMANDA DE PERDIDAS TÉCNICAS	1.337	7.92
DEMANDA DE PERDIDAS NO TÉCNICAS	1.853	10.97

Cuadro 4.16: Balance de Potencia de la ciudad de Ibarra¹⁵

A continuación se analiza los efectos que se producen por la disminución de pérdidas técnicas y no técnicas. La reducción de pérdidas técnicas tiene como consecuencia la disminución de las inversiones, ya que se logra reducir los requerimientos de demanda, así como también, los de generación propia y compra de energía a otros sistemas eléctricos. Mientras tanto, la reducción de pérdidas no técnicas tiene como efecto el incremento de la energía facturada, la empresa distribuidora logra recaudar recursos

económicos que eran evadidos del pago. De allí la importancia en emprender programas de control y reducción de pérdidas técnicas y no técnicas.

4.8 DETERMINACION DE LAS PERDIDAS NO TECNICAS PREDOMINANTES

De la evaluación de los componentes de pérdidas no técnicas, se puede obtener el porcentaje de contribución de cada uno en función de las pérdidas no técnicas de Ibarra.

En el cuadro 4.17, se presenta los valores obtenidos de cada componente de pérdidas no técnicas, comparados con el total de pérdidas no técnicas para la ciudad de Ibarra.

COMPONENTES DE PERDIDAS NO TECNICAS	ENERGIA PERDIDA [MWh/año]	PORCENTAJE PERDIDAS NO TECNICAS
FRAUDE	6,287.12	76.37%
ERRORES EN MEDIDORES	845.30	10.27%
ALUMBRADO PUBLICO	596.92	7.25%
ERRORES DE LECTURA Y FACTURACION	496.65	6.03%
USUARIOS SIN MEDIDOR.	5.59	0.07%
USUARIOS DIRECTOS	0.67	0.01%
PERDIDAS NO TECNICAS TOTALES	8,232.25	100.00%

Cuadro 4.17: Componentes de pérdidas no técnicas.

En los resultados obtenidos, se aprecia que las pérdidas no técnicas por fraude representan el 76.37 % del total de pérdidas no técnicas, de allí que, en los programas de control y reducción de pérdidas se debe poner más énfasis en reducir este componente.

4.9 APLICACION DE MEDIDAS DE CONTROL Y REDUCCION DE PERDIDAS NO TECNICAS

El presente estudio está dirigido a evaluar y determinar los componentes más predominantes de pérdidas no técnicas, debido a la importancia que significa para la empresa recuperar esta energía perdida.

En la evaluación de los componentes de pérdidas no técnicas, se puede mencionar que los más predominantes son: fraude, errores en medidores, alumbrado público y errores de lectura y facturación, los demás son mínimos.

4.9.1 Control y Reducción de Pérdidas por Fraude

El factor más importante para el control de pérdidas por fraude, es la medición en transformadores de distribución de cada alimentador primario para detectar a los infractores; además, se debe realizar un chequeo total de las instalaciones de los usuarios. Una de las herramientas más efectivas para el control de infractores constituye la auditoría de facturación, en este proceso se detectan los cambios bruscos y sostenidos del consumo de energía eléctrica. En una auditoría se debe incluir informes de:

- Variaciones bruscas de consumos con respecto a los datos históricos.
- Lecturas fuera del rango con respecto al estrato al que pertenece el usuario.
- Consumo de infractores que deberían estar desconectados.

En la evaluación de los componentes de pérdidas no técnicas, se puede notar que la mayor recuperación de pérdidas por fraude se encuentra en la tarifa comercial; de allí que, las medidas de control deben estar dirigidas en su mayoría al sector comercial.

La principal medida de control de infractores, consiste en realizar mediciones en transformadores de distribución de cada alimentador primario; además, se debe complementar con el control de los consumos históricos de los usuarios pertenecientes al transformador estudiado. Una vez identificados los usuarios infractores, se revisan las instalaciones de la acometida y medidor; además, se indica el peligro al que se someten por manipular las instalaciones, el perjuicio que ocasionan a la empresa y las sanciones que les puede acarrear.

4.9.2 Control y Reducción de Pérdidas por Errores en Medidores

La principal medida de control, consiste en realizar un barrido de los sectores en donde no se han revisado los medidores, mediante el mantenimiento de estos y sustituir los obsoletos.

Estas medidas no son posibles si no se detectan los medidores defectuosos, por lo que los programas de control deben incluir una revisión en varios sectores de la ciudad, dando mayor prioridad, a los medidores obsoletos y a los usuarios que tengan mayor consumo de energía; en tanto que, para los clientes especiales se debe realizar un control de los transformadores de medición.

4.9.3 Control de Pérdidas por Errores de Lectura y Facturación

Se debe tener bien organizados los procesos de lectura y facturación, para lograr un buen control de pérdidas por este concepto; recomendándose lo siguiente:

- Identificación clara y documentada de las instalaciones.
- Se debe tomar lecturas a los grandes consumidores con mayor periodicidad que al resto de los consumidores.
- Realizar rotación de lectores por las diferentes rutas, a fin de evitar posibles fraudes que se cometen con la complicidad de éstos.
- Supervisar las lecturas, para evitar datos erróneos.
- Se recomienda la instalación de medidores en lugares visibles, para dar mayor facilidad a la toma de lecturas².

Con los resultados obtenidos, se observa que los mayores errores de lectura se cometen en la ruta de más difícil acceso, debido a que los lectores hacen únicamente una estimación de la lectura.

En el balance anual realizado por la empresa distribuidora, no están consideradas las pérdidas por errores de lectura y facturación, porque la energía que se pierde se recupera mes a mes mediante las refacturaciones.

4.9.4 Control de pérdidas por Alumbrado Público

La principal medida de control para corregir las pérdidas no técnicas por alumbrado público, es por medio de una base de datos que guarde la información referente al número de luminarias existentes e incrementadas. Así como también, los cambios de luminarias que se realizan. Esta medida es la base para calcular con gran aproximación la energía consumida del alumbrado público y así disminuir el error que se comete en la estimación por parte del Departamento Comercial.

En los resultados obtenidos, se observa que en la ciudad de Ibarra y su área de influencia, existen pérdidas no técnicas por alumbrado público; de allí la necesidad de realizar el cambio de luminarias de vapor de mercurio y mixtas a vapor de sodio por ser éstas últimas más eficientes. Otra medida complementaria, sería aumentar el porcentaje de pago por alumbrado público que actualmente se cobra a los usuarios del área de concesión.

4.9.5 Control de Pérdidas por Usuarios sin Medidor

La medida más importante para recuperar la energía que se pierde por usuarios sin medidor, consiste en instalar medidores a cada uno de éstos, para eliminar el error que se comete en la estimación del consumo facturado, que es determinado por parte de la sección de acometidas y medidores.

De los resultados obtenidos se observa que la energía que se pierde por usuarios sin medidor es mínima, la misma que es insignificante en comparación con el resto de componentes de pérdidas no técnicas ya mencionadas. Dentro de este tipo de usuarios el

que más contribuye es TV. Cable, por lo que la principal medida de control sería mediante la instalación de un medidor digital que mida demanda y energía en la salida del alimentador troncal de TV. Cable.

4.9.6 Control de Pérdidas por Usuarios Directos

Una medida de control, consiste en vigilar las instalaciones en las redes de distribución por parte del Departamento de Mantenimiento. A los infractores hallados, se los debe incorporar a la categoría de suscriptores. Además, se debe difundir campañas de concientización acerca del peligro al que se exponen al realizar conexiones clandestinas.

De los resultados obtenidos se concluye que en las áreas aledañas al mercado Amazonas y sectores marginales de la ciudad, se presentan conexiones clandestinas. Para recuperar la energía hurtada, se debe realizar un control diario y cuidadoso de las instalaciones de las redes de distribución secundaria en estos sectores.

4.10 RESULTADOS OBTENIDOS

Las pérdidas eléctricas de la ciudad de Ibarra se determinaron mediante la diferencia entre la energía disponible y la energía facturada. Mientras tanto las pérdidas técnicas se calcularon en la tesis de Lucio Rivera ya mencionada, y las pérdidas no técnicas se obtuvieron por medio de la diferencia entre las pérdidas totales y las pérdidas técnicas.

Para la obtención de los componentes de pérdidas no técnicas se recurrió a métodos que permitieron evaluar cada uno de éstos. A continuación se describe en resumen las técnicas empleadas para desagregar cada uno de los componentes de pérdidas no técnicas.

- Las pérdidas no técnicas por alumbrado público, se calcularon mediante la diferencia entre la energía consumida obtenida del censo de luminarias y semáforos y la energía facturada por este rubro.
- Para determinar las pérdidas por fraude, se recurrió a técnicas de muestreo aleatorio estratificado sesgado. Se definió 9 muestras de diferentes tarifas y estratos con un total de 388 usuarios. Los resultados obtenidos se extrapolaron al área total estudiada.
- Mediante una muestra simple de 90 medidores al azar, se determinó la energía perdida por errores en medidores en la muestra. Este resultado se extrapoló al caso total analizado.
- Las pérdidas por usuarios sin medidor, se calcularon mediante la diferencia entre la energía consumida obtenida por medio del censo de carga y la energía facturada.
- Mediante el censo de carga, se determinó la energía que hurtada por conexiones clandestinas.
- Para calcular las pérdidas por errores de lectura y facturación, se recurrió a la toma de una muestra de 60 usuarios al azar. Este resultado se extrapoló al caso total estudiado.

En el cuadro 4.18 se presenta en forma detallada los resultados obtenidos del estudio de pérdidas eléctricas realizado para la ciudad de Ibarra.

DESCRIPCION	ENERGIA [MWh/año]	PORCENTAJE ENERGIA DISPONIBLE
ENERGIA DISPONIBLE NETA	72,865	100 %
ENERGIA REGISTRADA NETA	60,068	82.44 %
PERDIDAS ELECTRICAS TOTALES	12,797	17.56 %
PERDIDAS TECNICAS	4,564.75	6.26 %
PERDIDAS NO TECNICAS	8,232.25	11.30 %
PERDIDAS POR ALUMBRADO PUBLICO	596.92	0.82 %
PERDIDAS POR USUARIOS SIN MEDIDOR	5.59	0.0077 %
PERDIDAS POR USUARIOS DIRECTOS	0.67	0.0009 %
PERDIDAS POR FRAUDE	6,287.12	8.63 %
PERDIDAS POR ERRORES EN MEDIDORES	845.30	1.16 %
PERDIDAS POR ERRORES DE LECT. Y FACT.	496.65	0.68 %

Cuadro 4.18: Resultados obtenidos del estudio de pérdidas eléctricas para Ibarra.

La metodología expuesta, da una visión clara de la contribución de cada componente de pérdidas no técnicas; además, se logra identificar los sectores, estratos y tarifas donde se concentran la mayor cantidad de usuarios fraudulentos.

4.11 EVALUACION DE LOS RESULTADOS

Con la aplicación de ciertas medidas de control y reducción descritas en el numeral 4.9 del presente capítulo, es posible recuperar un porcentaje de pérdidas no técnicas para la ciudad de Ibarra.

En el cuadro 4.19, se presenta la energía recuperable de los componentes de pérdidas no técnicas por: fraude, errores en medidores, usuarios sin medidor y usuarios directos. Las pérdidas no técnicas por alumbrado público no son tomadas en cuenta, por tratarse de energía que se puede recuperar, mediante el incremento del porcentaje de alumbrado público que pagan los usuarios del área de concesión. Mientras tanto, que las pérdidas por errores de lectura y facturación no inciden en los resultados, porque son fácilmente recuperables por medio de las refacturaciones que se realizan cada mes; y éstas no inciden en el balance anual de pérdidas eléctricas.

COMPONENTE DE PERDIDAS NO TÉCNICAS	ENERGÍA [MWh/año]
FRAUDE	6,287.12
ERRORES EN MEDIDORES	845.30
USUARIOS SIN MEDIDOR	5.59
USUARIOS DIRECTOS	0.67
TOTAL	7,138.68

Cuadro 4.19 Energía de pérdidas no técnicas recuperable

** ** ** **

En este capítulo se ha presentado una metodología básica para la identificación y discriminación de pérdidas no técnicas, basándose en la teoría desarrollada por los

estudiosos de esta temática, y aplicadas con éxito en varias empresas eléctricas del país y Sur América.

Se debe recalcar que la aplicación de una metodología adecuada debe ajustarse a la realidad técnica, económica y administrativa de la empresa distribuidora. Además, se debe tomar en cuenta el nivel cultural y económico de la población servida.

CAPITULO V

PLANTEAMIENTOS PARA EL CONTROL Y REDUCCION DE PERDIDAS NO TECNICAS

5.1 INTRODUCCION

La reducción de pérdidas eléctricas, es un objetivo que involucra proyectos a corto, mediano y largo plazo. El bajo índice que se logre alcanzar en una empresa distribuidora, que presente altos niveles de pérdidas, dependerá de la habilidad con que se logren aplicar los criterios de ingeniería, siendo el nivel de pérdidas el reflejo de la calidad de la administración que se tengan en la empresa.

Para lograr controlar las pérdidas técnicas y no técnicas, se debe poner en práctica un plan de acción integral para adecuar la estructura, métodos y procedimientos, con el fin de establecer un seguimiento de mediciones, operaciones y control administrativo del sistema eléctrico.

A continuación se presenta un esquema detallado de un plan de acción integral, para conocer el funcionamiento global de la empresa distribuidora, con la finalidad de mejorar la eficiencia en el aspecto técnico, administrativo. Una vez logrado esto, se puede alcanzar mayor eficiencia en el proceso de distribución de energía eléctrica al consumidor.

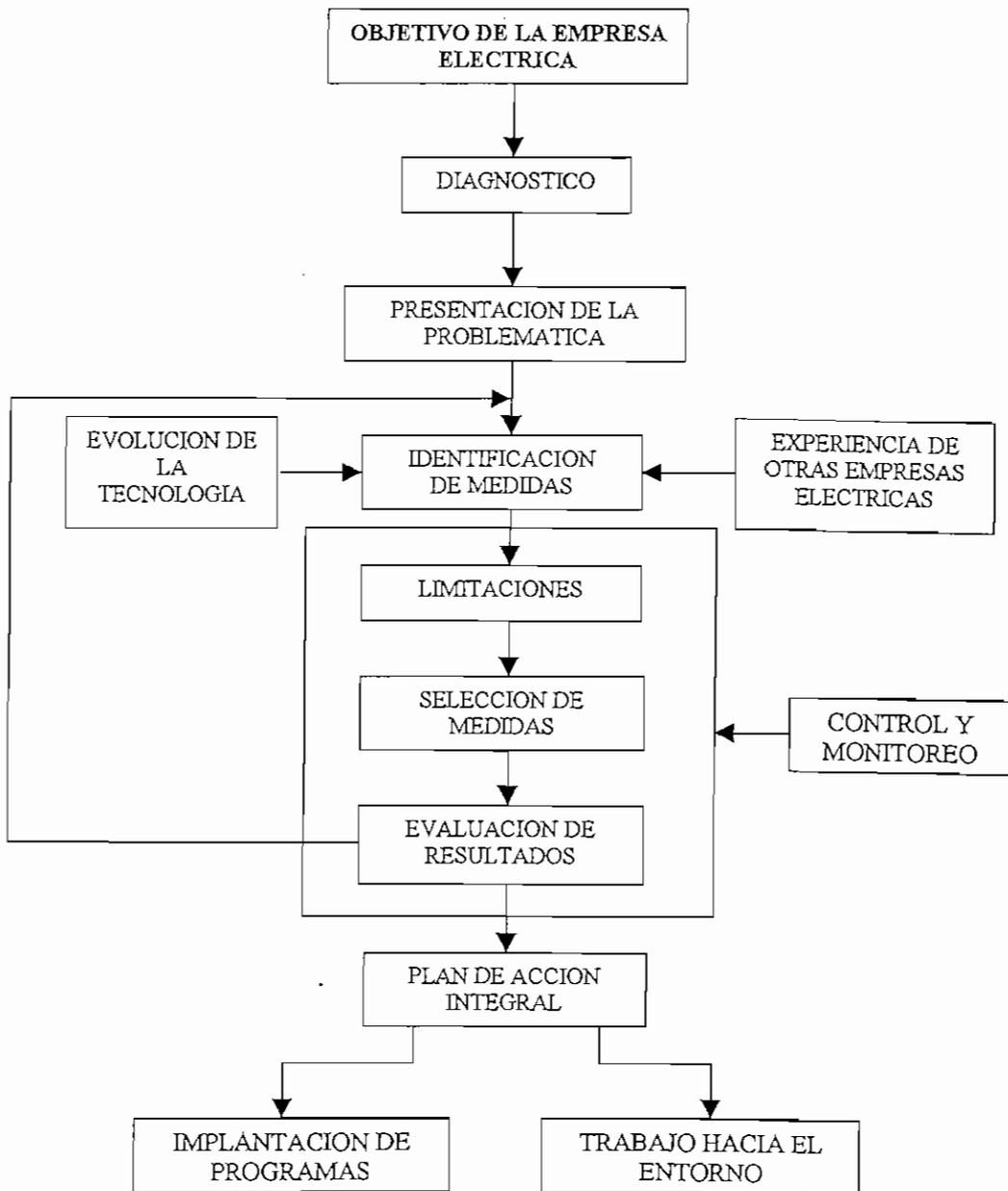


Figura 5.1: Plan de Acción Integral Para el Control y Reducción de Pérdidas Eléctricas.

Objetivo de la Empresa Eléctrica

El objetivo de una empresa de eléctrica, es explotar la distribución y venta de energía dentro de su área de concesión, con la mayor calidad de servicio y con la máxima

ganancia posible, dentro del pliego tarifario previsto. En este marco las pérdidas eléctricas deberán ser mínimas.

Diagnóstico

Para establecer la situación actual del sistema en el aspecto técnico, administrativo y organizacional de la empresa eléctrica, es necesario conocer el pasado para establecer una tendencia.

El presente diagnóstico, se obtuvo luego de realizar un estudio y evaluación de pérdidas técnicas y no técnicas para la ciudad de Ibarra. Las pérdidas técnicas fueron determinadas en la tesis de Lucio Rivera para el mismo caso analizado; éstas se obtuvieron por medio de la modelación del sistema primario, análisis de carga en transformadores de distribución y cálculo de pérdidas técnicas en acometidas y medidores, el valor porcentual obtenido fue de 6.26^{15} % de la energía disponible para Ibarra. Las pérdidas no técnicas, son el resultado de la diferencia entre las pérdidas totales y las pérdidas técnicas, determinándose un valor de 11.30 %, de la energía disponible en la ciudad.

Se debe recordar, que el índice de pérdidas técnicas refleja el nivel de ingeniería que se esté aplicando, mientras tanto el índice de pérdidas no técnicas refleja la eficiencia administrativa y el nivel socio-económico de los abonados del área de concesión.

Nunca antes se realizó un estudio sobre control y reducción de pérdidas eléctricas, por tal motivo se detectan altos índices de pérdidas. En la actualidad, se realizan inspecciones al suministro de energía, con el objeto de recuperar parte de la energía que es evadida del pago.

Las pérdidas no técnicas tienen diversos orígenes, la mayor parte de ellos son de orden administrativo, es por eso que se debe dar mayor importancia a la aplicación de medidas de control administrativo y así lograr una reducción de éstas.

A continuación se presenta una serie de sugerencias que se deben tener en cuenta en un programa de control de pérdidas:

- Las inversiones que se realicen no deben ser superiores a los ingresos que se van a obtener por su recuperación.
- Tener claro los mecanismos administrativos que estén disponibles, para poder controlar y evaluar el desempeño de estos programas.
- Se debe tomar medidas de control, para evitar la recurrencia de pérdidas no técnicas.
- La existencia de políticas comerciales dirigidas hacia el cliente, que no dificulten el proceso de la facturación⁴.
- Es necesario realizar estudios de ingeniería de distribución para conocer el funcionamiento del sistema eléctrico y el nivel de pérdidas técnicas.

La reducción de pérdidas no técnicas, conlleva a que la empresa distribuidora logre un aumento en la recaudación, debido a la recuperación de la energía evadida del pago. Por esto, en el presente capítulo, se pone mucho énfasis en adoptar medidas de control y reducción de pérdidas no técnicas.

Como consecuencia de la reducción de pérdidas técnicas, se obtendría una disminución de la demanda, generación y compra de energía, lo que implica reducir las inversiones en construcción de nuevas centrales de generación y el crecimiento del sistema.

5.2 METODOS GENERALES PARA EL CONTROL Y REDUCCION DE PERDIDAS NO TECNICAS

Antes de plantear medidas generales que tiendan a controlar y reducir las pérdidas eléctricas, se deben conocer los problemas que contribuyen para estas pérdidas.

5.2.1 Presentación de la Problemática

La siguiente descripción determina los problemas que originan un elevado índice de pérdidas.

- Deficiencia en los sistemas de medición de magnitudes eléctricas al nivel de subestaciones.
- Nunca se ha realizado un estudio de pérdidas eléctricas.
- Falta de planificación del crecimiento del sistema de distribución, como consecuencia de esto, se desconoce el funcionamiento global del sistema; mala distribución de alimentadores primarios, los mismos que son excesivamente largos, la ubicación de las subestaciones no es la idónea porque están ubicadas en las partes periféricas de la ciudad, conductores saturados por la capacidad de conducción que tienen, transformadores de distribución sobrecargados y subutilizados, etc.
- Falta de aplicación de ingeniería de distribución, como consecuencia de esto, se tiene desconocimiento sobre el estado de funcionamiento de los componentes del sistema de distribución.
- Las atribuciones de Gerencia son muy limitadas. Así, en caso de emprender programas de estudios de ingeniería eléctrica, tiene primero que recurrir al Directorio y en instancia superior a la Junta General de Accionistas, para que sea ésta la que finalmente resuelva y autorice el pago para los estudios correspondientes a este nivel; lo que se convierte en una verdadera traba para conseguir el financiamiento de los programas que se quieran emprender.
- Debido al exceso de burocracia, existe mucho personal sin definiciones en sus actividades, los mismos que entorpecen los trámites internos y externos a su debido tiempo.
- Por ser la empresa eléctrica una entidad pública, está influida por la política existente en los gobiernos de turno, los mismos que presionan el ingreso de personal adicional sin justificación alguna, determinando así aumentos

desmedidos de la burocracia, por lo que se disminuyen los recursos económicos de la empresa distribuidora.

- Mejorar el procesamiento automático de la información y lograr el acceso universal al personal técnico.
- Los inadecuados reglamentos y estatutos de la empresa, ocasionan índices elevados de pérdidas, ya que constituyen verdaderas trabas para la ejecución y financiamiento de estudios de este tipo.
- La asignación de responsabilidades a los trabajadores, no es clara y transparente.
- Las leyes generales dictadas por el CONELEC son demasiado blandas, así por ejemplo, el artículo 42 del Proyecto de Reglamento de Suministro del Servicio de Electricidad hace referencia cuando el consumidor incurre en alguna infracción según los literales a), b), c), d), y e), el distribuidor puede imponer multas a sus infractores, para que paguen dentro de términos y plazos que indique el Distribuidor, lo que contribuye a que los usuarios no tengan temor en manipular las instalaciones, con el objeto de evadir parte o todo el consumo de energía eléctrica¹⁸.
- Falta de campañas de educación sobre el hurto y uso indebido de energía a los habitantes del área de concesión por parte de la empresa distribuidora.
- Un problema mayúsculo que se tiene, es la situación económica del país, lo que contribuye a que los usuarios tiendan a cometer ilícitos, para poder evadir al pago de las planillas.
- La política tarifaria implementada por El Gobierno Nacional, influye directamente en el aumento de usuarios infractores, esto es consecuencia de la eliminación del subsidio a partir de un consumo mayor de 150 kWh/mes, para la tarifa residencial.

5.2.2 Identificación de Medidas

5.2.2.1 Evolución de la Tecnología

La tecnología es uno de los aspectos que más influye en la elaboración de un plan para el control de pérdidas, por el continuo avance que se tiene en la actualidad. Esto se

puede constatar en todos los campos de la ingeniería, un ejemplo viene a ser los instrumentos de medición digitales.

También se disponen de programas computacionales que constituyen una verdadera ayuda en la determinación de los parámetros que intervienen en el programa de control de pérdidas; además, permiten determinar el estado actual del sistema de distribución, es así el programa D.P.A/G. herramienta poderosa para determinar la operación del sistema de distribución, lo que ayuda a planificar adecuadamente la expansión del sistema y diseñar un conjunto de protecciones adecuado para el caso analizado.

Otro de los campos en que intervienen los programas computacionales, es en el almacenamiento de la información de los usuarios de la empresa distribuidora, ahora se cuenta con programas para trabajo en red; en los que la información se puede obtener desde cualquier terminal conectado al sistema.

Uno de los progresos más relevantes, consiste en la fabricación de aparatos eléctricos muy eficientes, a continuación se describen los siguientes ejemplos: lámparas de alta eficiencia para aplicaciones residenciales, comerciales e industriales; el bombillo fluorescente compacto que permite una reducción del 75 % en el consumo de energía eléctrica, así como también las refrigeradoras son otra oportunidad importante para disminuir el consumo de energía eléctrica. El consumo promedio de una refrigeradora típica en el período 1973 – 1989 ha bajado 52 % en Alemania y 40 % en los Estados Unidos. Se prevé que para la presente década se logre una reducción adicional del 50 % en el consumo promedio del mismo tipo de equipo. La reciente legislación de los Estados Unidos aprobó una ley sobre el consumo eléctrico máximo de refrigeradoras, hizo que el 96 % de los modelos existentes en 1993 dejaran de ser fabricados, por no cumplir con las nuevas especificaciones¹⁹.

La empresa eléctrica debe realizar campañas publicitarias sobre la ventaja de utilizar lámparas fluorescentes compactas y refrigeradoras eficientes, esto tendría efectos

inmediatos únicamente en el estrato de ingreso alto, mas no en los estratos de ingresos medio y bajo ya que los resultados se darían a mediano y largo plazo.

Si los usuarios adquieren aparatos eléctricos más eficientes y bajan su consumo en las horas pico, se logrará disminuir la demanda máxima, por tanto, se mejorará el factor de carga, producto de esto, bajarán las pérdidas técnicas.

También se debe aprovechar la evolución de la tecnología en cuanto tiene que ver al diseño de medidores de energía. Para los clientes especiales se deben instalar contadores digitales, lo que permite reducir en gran manera su adulteración.

5.2.2.2 Experiencia de Otras Empresas Eléctricas

A continuación se presentan las experiencias de algunas empresas eléctricas y entidades dedicadas al control y reducción de pérdidas eléctricas:

La Empresa de Energía Eléctrica de Bogotá tiene en desarrollo un programa de reducción de pérdidas financiado por el Banco Mundial. Las Empresas Públicas de Medellín están desarrollando otro programa para ser financiado con recursos de la banca de fomento. El programa coordinado por F.E.N. (Fondo Energético Nacional) se desarrolla a través de dos acciones principales:

- a. Reducir los altos niveles de pérdidas, por medio de proyectos de remodelación de redes de distribución, localización adecuada de subestaciones y centros de transformación, mejora en los sistemas de facturación instalación de contadores y en general la ejecución de medidas correctivas de carácter técnico, que se identifiquen en los estudios como económicamente recomendables para cada sistema distribuidor.
- b. Dotar a las empresas de una adecuada estructura organizacional interna, de tal forma que se puedan adelantar eficientemente los programas de distribución requeridos en el país, en un esfuerzo por compensar el atraso con respecto al

planeamiento y ejecución de los sistemas de generación, subtransmisión y distribución de energía eléctrica⁶.

Empresa Eléctrica de Bogotá

Las principales actividades desarrolladas por la Empresa Eléctrica de Bogotá son las siguientes:

- Reducción de fraudes mediante la revisión de las instalaciones de los usuarios.
- Legalización de los usuarios conectados en forma fraudulenta.
- Reducción del número de usuarios sin contador.
- Reemplazo de contadores dañados.
- Calibración de contadores.
- Sellamiento masivo de contadores e instalaciones de medición.
- Revisión y mejora de los procesos de recaudación y facturación.
- Mejoras en las redes de distribución mediante la instalación de condensadores, el aumento de los niveles de voltaje y el mantenimiento de redes viejas⁶.

Empresas Públicas de Medellín

Las Empresas Públicas de Medellín vienen desarrollando un programa de control de pérdidas eléctricas, por medio de la optimización de las redes de distribución, lo que permitirá una reducción de pérdidas técnicas, con la implementación de programas tales como: aplicación de capacitores en las redes primarias, reconfiguración del sistema primario, revisión de las normas actuales para la construcción de estas redes.

Adicionalmente a los planes mencionados, se comenzaron a estructurar una serie de programas destinados a mejorar la calidad de la medida, a través de la calibración periódica de medidores, evitando que los usuarios alteren en su beneficio los registros de sus consumos, ya sea por intervención fraudulenta de los medidores, alteraciones a

las instalaciones de las acometidas y un análisis del comportamiento de los medidores para curvas de carga típicas por sectores de consumo.

Chilectra Metropolitana S.A.

La experiencia más efectiva en materia de programas para la reducción de pérdidas de energía, es la que ha llevado Chilectra Metropolitana S.A. Su acción se ha orientado a la reducción de las pérdidas no técnicas, las pérdidas técnicas se las mantenía bajo control.

La empresa ha realizado estudios tendientes a determinar las pérdidas de energía con un mayor nivel de desagregación geográfica, el propósito es mejorar la efectividad de las acciones anti hurto para focalizar correctamente la asignación de recursos destinados a combatir este delito.

- a. En primer lugar, se requiere de una adecuada focalización, caracterización y cuantificación de las pérdidas para cada sector o tipo de cliente y así decidir correctamente la combinación de medidas a implementar.
- b. La implementación de medidas debe ser integral para aplicar en forma conjunta y coherente las medidas de protección de la red. Lo anterior representa la única estrategia que permite lograr resultados permanentes en el tiempo.
- c. La combinación de las medidas debe estar condicionada por las características de la población, por ejemplo el nivel socio-económico, el nivel de concentración geográfica y de hurto por cliente, el tipo de consumo que se dé a la energía hurtada.
- d. La forma más eficaz de administración de estas medidas, es a través de proyectos específicos. En éstos se define claramente un responsable; las metas y objetivos que se deben alcanzar en conjunto con los recursos y plazos asignados para lograrlo.

Como forma sistemática de reducir las pérdidas de energía, la empresa ha programado medidas anti hurto de aplicación general a toda la población. Las principales son las siguientes:

- Realizar publicidad a través de la televisión, radio y prensa, cuyo objetivo es entre otros, difundir el concepto que el hurto es un delito y la manipulación de las instalaciones es peligrosa.
- Mediante personal especializado, se realizan inspecciones masivas con el propósito de detectar infractores.
- Sobre la base de la información proporcionada por los lectores, se revisa el estado de los equipos de medida y se sellan nuevamente.
- A los infractores detectados, se les cobran los consumos evadidos y se los registra.
- Se otorgan facilidades de pago para regularizar las deudas por consumo.
- Junto con el reparto de las facturas, se acompañan comunicaciones escritas difundiendo el uso racional de energía, la estructura tarifaria y los servicios que otorga la empresa.
- Las acometidas se realizan con conductor concéntrico e incorporando cajas blindadas para evitar el acceso a los medidores. Simultáneamente, se están reemplazando por este tipo de acometidas en algunas instalaciones existentes.
- Instalación de transformadores de baja capacidad para no tener circuitos secundarios demasiado largos.
- La legislación chilena sanciona el hurto de energía eléctrica con penas de prisión, dependiendo del valor de la infracción (desde algunos días, hasta 3 años de cárcel). Cuando el infractor es condenado y no tiene antecedentes penales, la pena puede remitirse a controles periódicos de conducta del Poder Judicial⁶.

Enelvén C.A.

Enelvén de Venezuela, elaboró un plan estratégico para reducir las pérdidas de energía.

- Adecuar a la empresa para atacar las pérdidas no técnicas.

- Disminuir la vulnerabilidad de equipos e instalaciones.
- Promover el castigo legal contra el fraude.
- Concientizar a la ciudadanía y al personal de la empresa a reducir el fraude.
- Mejorar los procesos de comercialización y erradicar sus errores.
- Involucrar a los municipios en la lucha contra el fraude.
- Implantación de la unidad de reingeniería, la cual tiene como responsabilidades principales desarrollar diseños, especificaciones y normas de equipos e instalaciones para el suministro y medición de energía, así como la ejecución de proyectos de sistemas de medición y acometidas blindadas²⁰.

5.2.3 Medidas Generales Para el Control y Reducción de Pérdidas No Técnicas

Como se mencionó en el capítulo III, las pérdidas técnicas y las no técnicas están íntimamente relacionadas entre sí, de allí que no se puede aplicar medidas solo para el control de pérdidas no técnicas. Es necesario saber todos los factores que contribuyan a tener índices altos de pérdidas técnicas y no técnicas, por esto se presenta un plan de acción de control de pérdidas eléctricas, el mismo que tiene por objetivo controlar y reducir las pérdidas eléctricas y conocer el funcionamiento de todos los componentes del sistema de distribución.

Antes de presentar un esquema general para el control de pérdidas no técnicas, es necesario contar con el dato de desagregación de éstas por componentes, para tener un mayor control de los más predominantes.

El control de pérdidas no técnicas se refiere al soporte técnico, humano, legal, que posibilite una reducción del hurto de energía y de los errores en los procedimientos de lectura y facturación.

Una de las medidas para realizar el control y desagregación geográfica de pérdidas no técnicas, es por medio de mediciones sectorizadas por área de servicio de primarios como base para los balances particulares que permitan ubicar las zonas de mayor

incidencia en nivel de pérdidas, actualizar catastros para asociar usuarios con transformadores de distribución y circuitos secundarios.

Automatización del proceso de control de pérdidas, desde la búsqueda de infractores, emisión y control de órdenes de trabajo, flujo de información de la investigación de campo, análisis de laboratorio de medidores, aplicación de pliegos tarifarios y sanciones.

5.2.3.1 Control de Pérdidas por Fraude

La medida más importante para el control de pérdidas por fraude, es la detección de los infractores. Por lo que la principal medida de control es la inspección minuciosa a las instalaciones de los usuarios e información de históricos de consumo.

Una de las herramientas más efectivas para la detección de infractores, es la auditoría en la facturación; en este proceso se encuentran los cambios bruscos y sostenidos de la energía consumida. En el caso de grandes consumidores, se debe realizar una inspección inmediata que permita determinar las causas de esta variación. En el caso de consumidores pequeños, la empresa distribuidora debe realizar una revisión específica de sectores en donde se tenga duda de la existencia de usuarios infractores. Al realizar una auditoría en la facturación, debe incluir informes de:

- Variaciones bruscas de consumos con respecto a los datos históricos.
- Lecturas fuera del rango con respecto al estrato de consumo.
- Consumo de suscriptores que deberían estar desconectados.
- Consumos estimados y de tarifa fija².

Cabe notar, que las inspecciones no concluyen el momento en que se descubre una serie de usuarios infractores, sino, que más bien estas se deben realizar periódicamente para descubrir el grado de renuencia de los infractores. Por medio de un código de colores

que se identifique a los infractores y el grado de reincidencia, con el fin de tener ubicados a los que tienden a ser más frecuentes.

En las inspecciones a clientes con tarifa de energía, se revisaron las instalaciones de acometida y medidor minuciosamente. También se hizo un chequeo de los puentes de corriente, voltaje y piñones; a todos los que no tenían los sellos, se realizó una contrastación.

Para el caso de grandes consumidores, se realizó una inspección más minuciosa de las instalaciones de la acometida, transformadores de corriente, potencial y el medidor.

A continuación, se mencionan algunas anomalías encontradas en las inspecciones que se efectuaron a los usuarios; se encontró un medidor de un usuario comercial del estrato medio en infracción, el mismo que fue revisado y se encontró tela en el disco y desconectado el puente de voltaje, por lo que se procedió a retirar el medidor para su revisión; pero a la semana siguiente, al tomar la lectura de éste para determinar el consumo, se detectó que no marcaba el consumo, con lo que se puede concluir que no fue revisado correctamente en el laboratorio o el usuario ya lo había intervenido. Otro caso que sucedió, está relacionado con un medidor dado de baja por lo que se procedió a colocar un nuevo, y al tomar las lecturas semanales, se encontró que éste no medía el consumo, por lo que se recomienda sean revisados minuciosamente.

Adicionalmente a las inspecciones se deben establecer dos tipos de medidas de control de pérdidas por fraude: Medidas correctivas y preventivas.

Medidas Correctivas

Una de las causas por las que se producen fraudes, es el bajo nivel de riesgo de sanción a los usuarios por parte de la empresa. Por lo que el programa de control de fraudes debe incluir fuertes sanciones económicas y morales a los infractores detectados: como el cobro del consumo evadido, corte del suministro, en caso de cambiar las leyes que

gobiernan actualmente al sector eléctrico, se debería dar parte a los juzgados para que sean sancionados penalmente. Otra medida a tomar, es mediante la exposición pública de los usuarios que incurrieren en fraude, mediante publicaciones de prensa y radio, especialmente para los grandes consumidores, cuya imagen pública sea bien reconocida. En el caso de pequeños consumidores, se debe incluir el corte temporal del servicio. Los cortes deben ser realizados por personal especializado, dotados de vehículos equipados para anunciar claramente que se trata de una unidad ejecutora de cortes de servicio para usuarios fraudulentos.

Como sanciones económicas, se deben incluir fuertes y crecientes multas, de acuerdo a la capacidad instalada o a la magnitud del fraude y aún mayores en el caso de reincidencia. Las multas que se van a implantar deben ser una refacturación por un año calendario sin importar cuando comenzó la infracción.

Es muy importante que la aplicación de multas, se haga inmediatamente después de detectado al infractor. Esto es con el fin de mostrar la eficiencia de la empresa en el control de fraudes y reducir la conciencia de impunidad entre los infractores¹.

Medidas Preventivas

El objeto de las medidas preventivas, es minimizar la posibilidad de fraude en las instalaciones y medidores de los usuarios.

Se puede considerar dos tipos de medidas para la prevención de fraudes:

1. Medidas tendientes a minimizar la posibilidad de alteraciones en los medidores y acometidas (Medidas técnicas).
2. Medidas tendientes a educar a los usuarios, acerca de los riesgos y consecuencias del fraude (Medidas educativas).

Se puede enunciar un conjunto de medidas técnicas que tienden a disminuir la intervención ilícita de los medidores:

- Instalación de los medidores en el exterior de las viviendas o establecimientos comerciales.
- Suministro e instalación del medidor y conductores de acometida por parte de la empresa distribuidora.
- Instalación de los medidores en cajas selladas, para que solamente puedan abrir los técnicos de la empresa para su revisión.
- Protección de los medidores por medio de sellos, cuya violación sea fácilmente detectable.
- Realizar un control de sellos, ingresando su número en una base de datos, además, se otorgará responsabilidad al personal encargado de su instalación.
- Se debe instalar sellos que protejan la cubierta del medidor, transformadores de corriente, potencial y de la caja protectora del medidor.
- Usar una codificación de colores para sellos, de tal manera que se utilice un determinado color para cada infracción y número de reincidencia, este sistema de implantación de sellos de colores debe considerarse como una señal de alarma, en la que el lector tome las debidas atenciones cuando encuentre el color de sello que catalogue al abonado como infractor.
- Para el caso de las acometidas, se debe utilizar conductores blindados para evitar conexiones ilegales.
- Aprovechar la experiencia que Chilectra Metropolitana tiene en el uso de conductores concéntricos para acometidas, chapa de seguridad y cajas blindadas para la protección de los medidores²¹.

A continuación, se describen algunas medidas de educación y difusión tendientes a ilustrar al público acerca de los riesgos y consecuencias del fraude:

- Instalación temporal de medidores en sitios con elevada proporción de pérdidas no técnicas. Esto permite localizar más precisamente los sitios donde se produce

el fraude y lo que es más importante, ayuda a disminuir la reincidencia de fraudes por parte de los usuarios.

- Campañas educativas orientadas hacia los niños en las escuelas. En estos programas se les ilustra sobre las características de la energía eléctrica, sus ventajas y desventajas, el peligro que entraña el contacto con las instalaciones eléctricas y las consecuencias del hurto de energía.
- Campañas de difusión entre la población en general acerca de los riesgos que conlleva el manejo de las instalaciones por parte de personal no calificado.
- Ilustración al público sobre las consecuencias del fraude, tanto para la empresa como para el infractor. Siendo las siguientes: sobrecostos para la empresa, pago de altas multas y sanciones para el infractor².

5.2.3.2 Control de Pérdidas por Usuarios Directos

El control de usuarios no suscriptores, consiste en incorporarlos a la categoría de suscriptores. Cuando la empresa tarda demasiado tiempo en la instalación de redes, en sectores de nuevas urbanizaciones o asentamientos, es común que los usuarios se cuelguen de la red más cercana, provocando problemas para la empresa al presentarse daños por instalaciones deficientes, perjudicando a los usuarios que son legales.

Por estas razones es conveniente que la empresa realice la instalación de medidores en las zonas con alta incidencia de conexiones clandestinas. Como complemento de este programa, es recomendable que se establezcan incentivos para la regularización de los usuarios. Entre los incentivos, se debe dar facilidades de pago con intereses bajos, para la instalación del medidor.

Para el caso de vendedores ambulantes, se debe realizar un censo de carga periódico para determinar el monto a cobrar por medio de tarifa tipo fijo. Para casos especiales como espectáculos públicos en circos, coliseos, estadios, etc. donde no se disponga de medidor, se debe instalar un contador para determinar en forma exacta la energía consumida.

5.2.3.3 Control de Pérdidas por Errores en Medidores

La principal medida de control, consiste en remplazar los medidores defectuosos por nuevos y ajustar los que estén descalibrados. Estas medidas no son aplicables si no se detectan los aparatos defectuosos, por lo tanto, las medidas de control deben incluir un programa de revisión de medidores en varios sectores de la ciudad.

Para los grandes consumidores, se debe chequearlos a todos periódicamente; para el caso de pequeños consumidores, realizar un muestreo periódico clasificándolos por marcas y tiempo de instalado, para cada categoría se debe empezar con los medidores más antiguos, por esto la empresa debe tener un registro del año de fabricación de medidores de los usuarios.

Como parte del proceso de revisión, es posible realizar la inspección de medidores, conexiones de transformadores de medición y chequeo de la acometida por parte de los lectores, ya que medidores defectuosos pueden ser detectados fácilmente de esta manera.

Como medida adicional, se debe adquirir medidores de marca y buena calidad sujetos bajo las normas reguladoras, para lograr reducir pérdidas de este componente.

5.2.3.4 Control de Pérdidas por Errores de Lectura y Facturación

Uno de los procesos que más influye en el control de pérdidas no técnicas, es el proceso de lectura de medidores, por esta razón aquellas que sean organizadas, contribuyen al éxito de las medidas. Se sugiere las siguientes recomendaciones:

- Identificación clara y documentada de las instalaciones.
- La lectura de medidores de grandes consumidores, se debe realizar por personal propio de la empresa, con una periodicidad mayor que el resto de clientes.

- Rotación de los lectores en diferentes rutas con el fin de evitar fraudes que se efectúan con la complicidad de éstos.
- Supervisión de los procesos de lectura para evitar datos falsos debidos a lectores que no toman lectura alguna.
- Instalación de medidores en lugares visibles y a una altura prudencial, para facilitar la toma de lectura.
- Estímulo a los lectores que descubren irregularidades, mediante incentivos morales.

Para el control de pérdidas en la facturación, es necesario verificar la información del usuario que está siendo utilizada en la facturación. Los procesos de facturación y recaudación, están íntimamente ligados con la organización administrativa de la empresa, por lo que se debe controlar la eficiencia administrativa para tener éxito en el control de pérdidas por facturación.

5.2.3.5 Control de Pérdidas por Alumbrado Público

Para tener un control de pérdidas por este rubro, es necesario realizar un censo detallado de luminarias y semáforos. Las luminarias, se deben identificar por tipo y capacidad, dato necesario para determinar la energía consumida por alumbrado público.

Realizar censos periódicos para tener actualizado el número de luminarias y así comparar la energía consumida por éstas, con la energía facturada para obtener un control constante de las pérdidas por éste rubro.

También se plantea realizar el cambio de luminarias de vapor de mercurio y mixtas por vapor de sodio por ser más eficientes.

5.2.3.6 Control de Pérdidas por Usuarios Sin Medidor

Generar una base de datos de todos los usuarios con tarifa fija. En el caso de clientes permanentes, instalar medidores para facturar correctamente el consumo, por lo que se debe tener una cantidad suficiente de contadores para satisfacer la demanda de éstos.

En el caso de usuarios ocasionales, se debe realizar un censo de carga para determinar en forma aproximada el consumo de éstos, o mediante la instalación de medidores durante una semana que es un periodo repetitivo para estimar el consumo mensual, aunque esta medida conlleva a tener una cantidad suficiente de medidores destinados a esta causa.

5.3 MEDIDAS SELECCIONADAS

Antes de mencionar las medidas que se pueden aplicar para el control y reducción de pérdidas eléctricas, se debe tener en cuenta las limitaciones que actualmente tiene la empresa.

Las medidas que se puedan tomar, deben estar sujetas a las condiciones operativas y administrativas de EMELNORTE S.A, de acuerdo a los reglamentos y estatutos vigentes. El Gerente debe acudir al Directorio en caso de que los costos fueran superiores a él autorizados. Si supera dicho valor, es la Junta de Accionistas la que autorice en última instancia la aprobación del proyecto. Para este tipo de proyectos, las autoridades superiores deberían darle amplias facultades a la Gerencia para la suscripción y contratación inmediata.

Se debe cambiar los reglamentos que rigen en cuanto a la sanción de trabajadores cómplices de los infractores; sancionar drásticamente, con multas, hasta el visto bueno, dependiendo de la magnitud y gravedad del fraude. En cuanto a las sanciones que se deben aplicar a los infractores, deben ser mayores. La empresa no debería ser la que sancione, sino entidades judiciales las que determinen la pena. Además, las

responsabilidades asignadas deben estar muy claras para que las pruebas legales surjan de inmediato.

Se debe tener en cuenta la aplicación de medidas que han sido ejecutadas en otras empresas eléctricas y adaptarlas a las condiciones técnico económicas y administrativas existentes en EMELNORTE S.A.

A continuación se presenta una serie de medidas que tienen por objetivo eliminar los problemas que originan este índice de pérdidas eléctricas y con esto reducir al mínimo posible.

- El Gerente de preferencia tiene que ser ingeniero eléctrico con una vasta experiencia en la gestión administrativa.
- Debe ser el Gerente quien tome la decisión en emprender proyectos de control y reducción de pérdidas, adquisición del material necesario para la ejecución del proyecto.
- Sancionar a los usuarios infractores en los juzgados, ya que el hurto de energía es un delito común, para que así tengan temor en volver a cometer ilícitos.
- Realizar campañas de publicidad en los medios de comunicación sobre el peligro que acarrea la manipulación de las instalaciones.
- La empresa debe realizar campañas de concientización a la población a través de las escuelas, colegios, indicando a los niños y jóvenes que el hurto de energía es un delito que se puede castigar hasta con prisión.
- Se debe realizar una planificación adecuada del sistema de distribución, realizando un estudio de cargabilidad de transformadores de distribución, alimentadores primarios y circuitos secundarios.
- Se debe mejorar los sistemas de medición tanto en subestaciones como en alimentadores primarios; complementando con la adquisición de instrumentos de medición, como analizadores de carga, registradores, etc. Anteriormente, se disponía de un solo analizador de carga, con capacidad insuficiente de

almacenamiento de datos, lo que dificultaba realizar estudios de cargabilidad de transformadores, alimentadores primarios y circuitos secundarios.

- Se debe crear una unidad de inventarios, avalúos y adquisiciones, para que sea ésta la llamada a adquirir los instrumentos de medición adecuados. Otra acción de esta unidad es tener actualizado los alimentadores primarios, transformadores de distribución, circuitos secundarios, número y clasificación de luminarias y demás componentes del sistema de distribución. Es necesario contratar ingenieros eléctricos y tecnólogos para que el funcionamiento de esta unidad sea eficiente.
- Capacitar periódicamente al personal técnico, para que éste pueda dar las soluciones más idóneas a los problemas técnicos que existan en la empresa eléctrica.
- El personal debe tener definidas las funciones a desempeñar, para el mejoramiento global; con esto, se deben eliminar puestos que realmente no son necesarios para disminuir la burocracia existente en la empresa.
- Concientizar al personal de ingenieros en aplicar criterios de ingeniería eléctrica.
- En la actual estructura organizativa de EMELNORTE S.A, no existe un departamento de control de pérdidas eléctricas que sería el indicado en realizar estudios de esta índole; además, en coordinación con otros departamentos debe ser el que elabore un plan de acción integral que eliminen las causas que contribuyen a tener índices de pérdidas altos. Otra de las funciones que debe tener esta unidad, es realizar un control de los sistemas de medición de usuarios, control de procedimientos en toma de lecturas, facturación y recaudación; asesoría en la adquisición de medidores apropiados.
- El Centro de Cómputo debe promover la adquisición de un programa para trabajo en red que resuelva los conflictos que se tiene con la información de todos los usuarios de EMELNORTE S.A; ya que el actual está saturado y toda la información existente corre el riesgo de perderse, situación que ya ocurrió, por lo que se dejó de facturar un período de tres meses.
- Se debe incentivar a los usuarios para que adquieran aparatos eléctricos más eficientes, tales como lámparas fluorescentes compactas, refrigeradoras eficientes, etc. Para lograr un descenso en la demanda, medida que contribuye en gran

manera a disminuir las pérdidas técnicas. Además, controla de manera indirecta las no técnicas por la disminución del consumo que evita al usuario a cometer ilícitos para evadir parte de la energía consumida.

- Coordinación entre los Departamentos de Operación y Mantenimiento, Centrales de Generación y Subtransmisión y Unidad de Control de Pérdidas, para la adquisición de programas computacionales de ingeniería eléctrica que ayuden a determinar el funcionamiento de cada componente del sistema eléctrico. Y así emprender programas de ingeniería para mejorar el sistema eléctrico analizado.

El presente estudio está dirigido a la reducción de pérdidas no técnicas, sin olvidar el control de las pérdidas técnicas. Con las medidas generales mencionadas en los párrafos anteriores se pretende controlar las pérdidas eléctricas. En el capítulo IV de evaluación de pérdidas se obtuvo los siguientes resultados: pérdidas no técnicas del 11.30 %, y las pérdidas técnicas obtenidas en la tesis de Lucio Rivera son del 6.26 %, observando los resultados, se debe dar mayor importancia al control y reducción de pérdidas no técnicas.

En forma general se puede seleccionar ciertas medidas que ayudan a controlar las pérdidas no técnicas:

- Reducción de fraudes mediante la revisión de las instalaciones de los usuarios.
- Legalización de los usuarios conectados en forma fraudulenta.
- Reducción del número de usuarios sin medidor.
- Reemplazo inmediato de medidores dañados.
- Calibración de medidores.
- Sellamiento general de contadores y transformadores de medición.
- Revisión y mejoramiento de los procesos de facturación.
- Realizar un censo de luminarias existentes en forma periódica y sistemática⁶.

Como forma sistemática de reducir las pérdidas de Ibarra, se han programado algunas medidas anti hurto aplicadas en toda el área de Ibarra. Siendo las principales las siguientes:

Publicidad

A través de la radio, televisión y prensa implementar campañas cuyo objetivo es, difundir el concepto de que el hurto es un delito y la manipulación sin control de las instalaciones es peligrosa.

Inspecciones

Mediante personal especializado, permanentemente se realizarán inspecciones masivas con el propósito de detectar infractores⁶.

En el caso de consumidores con tarifa de energía revisar las instalaciones periódicamente, especialmente en sectores donde se sospecha existe alta incidencia de usuarios infractores.

Para el caso de consumidores de tarifa con demanda, hay que tener más prolijidad en revisar los equipos de medida y con intervalos de tiempo más cortos que los clientes con tarifa de energía.

Revisión de Equipos de Medida

Sobre la base de información proporcionada por los lectores de medidores, se revisa el estado de los equipos de medida y se sellan nuevamente⁶.

De los datos obtenidos en el anterior capítulo, donde se realiza una desagregación de pérdidas no técnicas, se procede a tomar medidas que tiendan a disminuir y controlar los componentes más predominantes.

5.3.1 Medidas Para Reducir el Fraude

Una de las medidas más importantes que se deben tomar, es la detección de infractores, por medio de inspecciones periódicas a varios sectores de la ciudad. A continuación se describen varias recomendaciones para controlar las pérdidas por fraude:

- Realizar publicaciones en la prensa, radio y televisión de las sanciones que se impondrán a los infractores.
- Instalación de medidores en el exterior de las viviendas.
- Protección de los medidores y transformadores de medida por medio de sellos de seguridad, cuya violación sea fácilmente detectable; éstos deben ser resistentes a las condiciones del medio ambiente.
- Para el caso de usuarios de tarifa con demanda, se debe hacer un censo de carga instalada, porque el valor a pagar depende de la capacidad instalada.
- Verificar el uso que le están dando a la energía (tipo de tarifa), ya que se encontró ciertos casos que no correspondían a la tarifa con que se facturaba.
- Incentivar a los lectores y empleados de la empresa por medio de premios morales y económicos en caso de que detecten infracciones.
- Usar codificación de colores para los sellos, con esto los lectores pueden fácilmente darse cuenta de un usuario infractor.
- Usar en lo posible conductores concéntricos para acometidas.
- Protección de los medidores por medio de cajas metálicas.
- Promover el castigo contra el hurto de energía eléctrica.
- Cobro del consumo evadido por un período de un año, sin tomar en cuenta cuando empezó a cometer este ilícito.
- Corte inmediato del suministro, cobro de reconexión y pago de gastos ocasionados en la revisión del medidor.
- Programas de difusión orientadas a los niños de las escuelas ubicadas en sectores de bajos ingresos.

- Mediante una base de datos, almacenar a todos los usuarios infractores, para que en el futuro se tenga un mayor control.

5.3.2 Medidas Para Reducir Conexiones Clandestinas

A continuación se describen medidas que se deben tomar para controlar las conexiones clandestinas:

- Realizar inspecciones periódicas en los sectores donde se tenga duda de la existencia de éstos.
- Incorporarles a la categoría de usuarios suscriptores, reduciendo el período de tramitación, desde el ingreso de la solicitud de servicio hasta su instalación de la acometida y medidor.
- Incorporar leyes que sancionen como delito penal a los infractores, en el caso de reincidencia, por medio de multas y suspensiones temporales del servicio.
- Si los infractores son de bajos ingresos, la empresa debe ampliar el plazo para que puedan pagar los gastos ocasionados en la instalación de la acometida y medidor.
- Realizar campañas periódicas sobre el peligro que conlleva conectarse directamente de la red. Además, las sanciones que la empresa impone por estos ilícitos.

5.3.3 Medidas Para Reducir Errores en Medidores

La medida más importante, es el control rutinario de medidores, mediante la revisión y calibración de éstos. El control se lo hará periódicamente en varios sectores de la ciudad, sobre todo a medidores viejos que son los que más problemas tienen. En el caso que se encuentren medidores obsoletos o con capacidad insuficiente, se deben remplazar por nuevos, sin cargar el valor de la instalación al usuario, porque éste no tuvo culpa alguna.

Tener un mayor control en la revisión de medidores nuevos y usados, ya que se encontró algunos casos en los que estaban sin funcionar o también descalibrados. Adquirir contrastadores portátiles que mejoran la eficiencia y reducen el tiempo para su calibración.

Acudir a la información de los datos del medidor para ver el año de fabricación, clase, tipo de medidor y capacidad para realizar un barrido de medidores obsoletos.

5.3.4 Medidas Para Reducir Errores de Lectura y Facturación

Para reducir los errores que se cometen en la toma de lecturas, se debe tener en cuenta los siguientes procedimientos:

- Tener identificada la dirección exacta de cada usuario.
- En lo posible ubicar los medidores en el exterior de la propiedad o en lugares visibles y de fácil acceso.
- Supervisar periódicamente los procesos de lectura, para evitar datos errados en la toma de éstas por parte de los lectores.
- Rotación permanente de lectores para evitar fraudes o lecturas falsas que se realizan con la complicidad de éstos.
- En el caso de clientes especiales (de tarifa con demanda), realizar inspecciones esporádicas por parte de profesionales para controlar el funcionamiento de los equipos de medición y verificar la veracidad de los datos de consumo de energía y demanda.
- Instalar medidores registradores de demanda máxima que tiene el cliente en el período de facturación que generalmente es un mes.
- Realizar un seguimiento en la digitación de planillas de lectura y controlar el cobro correcto del consumo que tenga el usuario.

5.3.5 Medidas Para Reducir Usuarios Sin Medidor

En el caso de usuarios con tarifa fija permanentes, se debe obligar la instalación de medidores para evitar errores en la estimación de consumo. Para usuarios ocasionales, instalar medidores durante una semana para su estimación del consumo mensual. Otra medida más económica consiste en realizar un censo de carga y calcular el consumo que estos tengan.

5.3.6 Medidas Para Reducir Pérdidas por Alumbrado Público

La medida más efectiva es realizar un censo periódico de luminarias, identificándolas por tipo, capacidad y estado de funcionamiento; sustituyendo los componentes dañados. Incluir la actualización permanente de luminarias en una base de datos. Para así determinar en forma correcta el consumo total. A esto se debe sumar el consumo de semáforos y letreros luminosos.

En caso de haber pérdidas en este rubro, se debe aumentar el porcentaje de pago en la tarifa de alumbrado público. Otra medida que ha dado buenos resultados, es la sustitución de luminarias de vapor de mercurio y mixtas por vapor de sodio, que resultan ser más eficientes, con lo que se reduce el consumo de energía en este rubro. Además de disminuir el pico de demanda máxima del sistema de distribución, se reducen las pérdidas técnicas.

5.4 PLAN DE CONTROL Y REDUCCION

5.4.1 Plan de Acción Integral

La concepción de un plan de acción integral de control de pérdidas eléctricas, de carácter permanente y de largo plazo, incluye dos grupos de actividades: la puesta en marcha de programas específicos de medidas de control de pérdidas. La creación de un entorno favorable, aún si se trata de medidas económicamente muy atractivas, apoyadas

con los medios técnicos y económicos necesarios, es el soporte fundamental para asegurar el éxito de la implantación de programas específicos de control de pérdidas¹⁹.

Antes de elaborar un plan de control y reducción de pérdidas, es necesario tener un adecuado control de las medidas seleccionadas, para ver la eficacia de éstas, por lo que es necesario se implante una unidad de reingeniería de medición, ligada con el departamento de servicios al cliente, la misma que tendría como responsabilidades principales: desarrollar diseños, especificaciones y normas de equipos e instalaciones, para el suministro y medición de la energía que obstaculicen al máximo la posibilidad de alteración de los mismos, así como el control y ejecución de proyectos planteados para la reducción de pérdidas eléctricas.

Para llevar a cabo estas responsabilidades, fueron definidas las siguientes actividades:

1. Desarrollo de diseños, especificaciones y normas para la instalación de equipos.
2. Planificación y programación de los proyectos de reducción de pérdidas.
3. Control de indicadores de avances de los proyectos planteados.
4. Evaluación de la efectividad de las medidas²⁰.

5.4.2 Trabajo Hacia el Entorno

El desarrollo de un entorno favorable, requiere múltiples acciones bien coordinadas, dichas actividades son descritas a continuación.

Marco Legal

Modificación de las políticas energéticas y fiscales, para dar mayor prioridad a los programas de reducción de pérdidas de energía, los aspectos más importantes son: Modificación de las leyes que rigen para sancionar a los infractores, impulsar los proyectos de reducción de pérdidas.

Publicidad

Realizar campañas en medios de comunicación masiva como periódicos, radio y televisión, sobre las sanciones y el peligro al que se exponen los usuarios que manipulan las instalaciones del medidor y acometida, estas campañas debe realizar la empresa a largo plazo, hasta conseguir un cambio de mentalidad de la población a la que sirve.

Educación y Formación

Efectuar programas de educación y formación a la niñez y juventud de escuelas y colegios, indicando sobre los peligros y sanciones a que se expondrían por la manipulación de las instalaciones de acometida y medidor, para evadir el pago de todo o parte del consumo eléctrico. Además, se debe instruir a profesionales, por medio de cursos acerca de la problemática existente de altos índices de pérdidas técnicas y no técnicas.

5.4.3 Implantación de Nuevos Programas.

Los programas a implementarse pueden ser a corto, mediano y largo plazo, según las metas que se tengan fijadas en el control y reducción de pérdida eléctricas.

5.4.3.1 Programación a Corto Plazo

A ejecutarse en el plazo de un año.

- a) Levantamiento integral de alimentadores primarios, transformadores de distribución y circuitos secundarios.
- b) Complementación y modernización del sistema de medición.
 - Con medición electrónica en centrales, subestaciones y alimentadores primarios.
- c) Balances energéticos.
 - Realizar balances generales y sistemáticos periódicamente.

d) Sistema informático.

- Complementación y modernización del sistema informático para trabajo en red, lo que permite uniformizar y agilizar el flujo de información en los diferentes usos internos y externos²².

e) Control de clientes especiales (base de datos indispensable).

- Corrección de datos: ruta, número de cuenta, nombre, dirección, tarifa, número de medidor, etc.
- Selección de usuarios con probabilidad de uso ilícito de energía (teoría de muestreo aleatorio estratificado), consumos cero, bajos e irregulares.
 - Investigación de campo
 - Ubicación del usuario
 - Actualización de datos.
 - Actualización del censo de carga instalada, especialmente para los clientes con tarifa de demanda.
 - Verificación de las instalaciones antes del medidor.
 - El manejo de sellos debe tener un responsable que debe responder por el sello instalado.
 - Verificación de sellos número y estado.
 - Chequeo del equipo de medición (medidor patrón y contrastador).
 - Verificación de datos de placa de transformadores de corriente y potencial.
 - Verificación de polaridad y relación de transformación de los transformadores de corriente y potencial.
 - Chequeo de los analizadores de carga y demás herramientas de medición.
 - Informe.
- Cambio y reinstalación de medidores.
 - Medidores en mal estado, fuera de clase o capacidad insuficiente.
 - Mantenimiento.
 - Contrastación.
 - Reinstalación.
 - Informe, clasificación de la infracción y resultados de revisión de medidores²³.

5.4.3.2 Programación a Mediano Plazo.

A ejecutarse en el plazo de dos años.

- a) Levantamiento integral del sistema.
 - Elaborar diagramas topológicos, para modelar el sistema.
- b) Alumbrado público.
 - Integración de una base de datos que permita una actualización permanente del número de luminarias, tipo y capacidad, para realizar el cálculo de la energía consumida por alumbrado público.
- c) Balances particulares.
 - Que permitan ubicar las zonas de mayor incidencia de pérdidas, subestaciones, alimentadores primarios y transformadores de distribución; se debe utilizar la metodología de desagregación de pérdidas con datos de demanda y energía, utilizar la demanda máxima del período analizado²².
- d) Para lectura y facturación.
 - Asociación de usuarios a transformadores de distribución.
 - Asociación a alimentadores primarios.
 - Asociación a subestaciones de distribución para el caso de grandes consumidores²³.
- e) Automatización del proceso de control de pérdidas.
 - Desde la búsqueda de infractores, emisión y control de órdenes de trabajo, flujo de información, cuantificación de las refacturaciones, aplicación de pliegos tarifarios y sanciones, liquidación de contravenciones, facilidades de pago, emisión de datos para informes, etc²².
- f) Control de clientela masiva (estratos medio y alto).
 - Corrección de datos: ruta, número de cuenta, nombre, dirección, tarifa, número de medidor, etc.
 - Selección de usuarios con probabilidad de uso ilícito de energía (teoría de muestreo aleatorio estratificado), consumos cero, bajos e irregulares.

- Investigación de campo.
 - Ubicación de usuario.
 - Actualización de datos.
 - Censos de carga.
 - Verificación de instalaciones antes del medidor.
 - Verificación de sellos, número y estado.
 - Informe.
- Cambio y reinstalación de medidores.
 - Medidores en mal estado o fuera de clase.
 - Mantenimiento.
 - Contrastación.
 - Reinstalación.
 - Informe, clasificación de la infracción y resultados de revisión de medidores²³.

5.4.3.3 Programación a Largo Plazo

A ejecutarse a partir del tercer año.

- a) Control de la clientela masiva (estratos medio y bajo).
- Corrección de datos ruta, número de cuenta, nombre, dirección, tarifa, número de medidor, etc.
 - Selección de usuarios con probabilidad de uso ilícito de energía (teoría de muestreo aleatorio estratificado), consumos cero, bajos e irregulares.
 - Investigación de campo.
 - Ubicación de usuario.
 - Actualización de datos.
 - Censos de carga.
 - Verificación de instalaciones antes del medidor.
 - Verificación de sellos, número y estado.
 - Informe.

- Cambio y reinstalación de medidores.
 - Medidores en mal estado o fuera de clase.
 - Mantenimiento.
 - Contrastación.
 - Reinstalación.
 - Informe, clasificación de la infracción y resultados de revisión de medidores²³.
- b) Monitoreo permanente.
 - Del archivo de contravenciones y los clientes con probabilidad de registro incorrecto del consumo
- c) Mantenimiento depuración bases de datos.
 - De alumbrado público, de contraventores, de sellos, etc.
- d) Estudio de pérdidas técnicas.
 - Estudios periódicos permanentes para optimizar cada etapa funcional, en función del crecimiento de carga.
 - Generación.
 - Transformadores de potencia.
 - Subtransmisión.
 - Alimentadores primarios.
 - Circuitos secundarios.
 - Acometidas y medidores.
 - Transformadores de distribución.
 - Alumbrado público.
 - Adicionalmente se debe realizar la simulación de la operación, mediante curvas típicas de carga, para determinar las pérdidas en líneas de subtransmisión, transformadores de potencia, alimentadores, transformadores de distribución, circuitos secundarios, acometidas y alumbrado público.
- e) Campaña de educación.
 - Dirigida a funcionarios, trabajadores, clientes, constructores, fabricantes, proveedores, acerca de sus acciones en el uso eficiente de la energía eléctrica (uso

de aparatos eléctricos eficientes con bajo nivel de consumo) y la concientización de la obligación de pagar por el uso del servicio de la energía eléctrica²².

5.4.4 Recursos Necesarios

Las acciones de control serán más efectivas con el apoyo total de la administración para que se cuente con los recursos necesarios y con la oportunidad debida.

a) Recursos humanos.

- Es fundamental contar con personal calificado técnica y moralmente para el trabajo de campo, laboratorio trámites administrativos, etc.
 - Ingenieros eléctricos.
 - Tecnólogos eléctricos o electromecánicos.
 - Técnicos electricistas
 - Analista programador.
 - Choferes electricistas.
- Se conformarán grupos de dos personas, optimizando el trabajo, con la automatización de los procesos de búsqueda de infractores, regulación de las contravenciones y posterior seguimiento para evitar reincidencia.

b) Recursos técnicos.

- Los equipos de control deben tener capacidad operativa propia, de tal manera que sus acciones sean inmediatas. A más del archivo maestro de clientes; el equipo básico de laboratorio y campo será:
 - Contrastador de mesa.
 - Multímetros digitales.
 - Analizadores de carga.
 - Equipo de liniero.
 - Medidores de armónicas.
 - Microcomputadoras.
 - Medidores patrones.
 - Vehículos.

- Analizadores de circuitos.
- Herramientas.
- Monitores de energía.
- Pértiga.
- Verificadores de los transformadores de corriente y potencial²².
- Contrastador portátil.

5.4.5 Evaluación de Resultados

Los beneficios del programa, se medirán basándose en la relación beneficio/costo resultante de la recuperación energética y financiera durante la infracción y los costos incurridos más los beneficios de la energía que se incorpora, a la facturación mensual futura, reducción de pérdidas, incremento en la facturación y recaudación.

Sanción a las Infracciones

La infracción, será sancionada de acuerdo a lo que establecen las leyes y reglamentos vigentes establecidos para el efecto. En cada uno de los casos se cobrará por reparación reposición del medidor o cualquier material reemplazado de acuerdo a la responsabilidad establecida: usuario–empresa.

Fondo de Contravenciones

Es conveniente que la recuperación financiera, en una primera etapa, sea utilizada para cubrir las necesidades de equipamiento de los grupos de trabajo de Control de Pérdidas, con un procedimiento de adquisición, que permita disponer de estos recursos en tiempos previstos.

** ** ** **

El programa de control de pérdidas genera beneficios para la empresa, ya que permite mejorar las condiciones del servicio en la parte técnica y recuperar recursos financieros perdidos por errores en el control de la clientela. Cualquier programa de control de pérdidas tendrá éxito si se cuenta con el apoyo total de los organismos directivos de la empresa distribuidora.

El trabajo de control de los clientes debe ser realizado bajo un marco jurídico adecuado, que salvaguarde los intereses de la empresa y sancionen a quienes propician o ejecutan acciones para el uso ilegal de energía eléctrica.

CAPITULO VI

EVALUACION ECONOMICA Y FINANCIERA DE MEDIDAS

6.1 INTRODUCCION

La reducción de pérdidas requiere de inversiones e implica asumir costos de operación en el futuro. Los costos de reducción de pérdidas, se compensan con los beneficios económicos mediante ahorros al nivel de plantas de generación y energía requerida; además, se produce un incremento en la facturación por la reducción de pérdidas no técnicas de las empresas distribuidoras.

En el presente capítulo, se va a emplear una metodología general para la evaluación económica y financiera. Su aplicación requiere de un equipo interdisciplinario, el cual debe estar compuesto por ingenieros, economistas y planificadores.

La evaluación financiera, procura estimar el rendimiento de un proyecto en términos de recursos monetarios (precios de mercado) para un agente específico. En la evaluación económica, se identifican los costos y beneficios que representan un flujo neto para el conjunto de individuos y entidades que componen una sociedad, y así medir el rendimiento del proyecto en términos de recursos reales para la sociedad como un todo².

En el presente capítulo, se emplea el método de evaluación según la relación beneficio/costo. La utilización de esta metodología, responde a recomendaciones

internacionales de crédito, que son las que financian los proyectos dentro del sector eléctrico.

En el capítulo IV, se evaluaron los resultados de los componentes de pérdidas no técnicas, determinándose que el fraude, es el que más contribuye; en menor grado, por descalibración de medidores, alumbrado público, errores de lectura y facturación; y en mínimo grado, constituyen los usuarios sin medidor y conexiones clandestinas. Por consiguiente se debe destinar la mayor cantidad de recursos al control y reducción de usuarios fraudulentos.

En el capítulo V, se presentó un plan de control y reducción de pérdidas con una serie de alternativas que la empresa puede considerar de acuerdo con los recursos asignados dentro del presupuesto para la reducción de pérdidas.

Se someterán a evaluación económica y financiera las pérdidas por fraude, errores en medidores, usuarios sin medidor y usuarios directos.

Las pérdidas no técnicas por alumbrado público no son tomadas en cuenta, porque se pueden recuperar con el incremento del porcentaje por este rubro que pagan los usuarios; mientras tanto, las pérdidas por errores de lectura y facturación, no inciden en los resultados, por ser fácilmente recuperables mediante las refacturaciones que se realizan cada mes.

6.2 EVALUACION ECONOMICA

La evaluación económica toma en cuenta los beneficios y costos de los proyectos desde el punto de vista de la economía en su conjunto; y por tanto, determina si conviene o no realizar el proyecto.

Un proyecto se considera atractivo, cuando los beneficios derivados exceden a los costos asociados; por lo tanto, se deben determinar los beneficios y costos asociados al

proyecto. Los beneficios constituyen ventajas en términos económicos que la empresa recibe, los costos son gastos que se deben realizar para poner en marcha el proyecto analizado.

Los costos de inversión se establecen de acuerdo a las características del proyecto en particular. Estos pueden tratarse de inversiones para instalaciones nuevas, ampliar o mejorar instalaciones existentes con el fin de reducir costos e incrementar beneficios.

Para evitar los efectos de inflación, tanto los beneficios como los costos, se tienen que cuantificar a precios constantes de un año.

Para determinar el costo anual equivalente del proyecto, se calcula en primera instancia los costos de inversión del proyecto en el año base o cero, mediante la ecuación 6.1 se determina el valor presente de la inversión.

$$VAN = \frac{VP \times i}{1 - (1 + i)^{-n}} \quad (6.1)$$

Donde :

- VP : Valor presente del proyecto.
- VAN : Valor anual neto equivalente en el año cero.
- i : Tasa de descuento que tiene un valor del 12²⁴ %.
- n : Vida útil del proyecto²⁵.

Los costos de inversión se desglosan en las siguientes categorías:

- Mano de obra calificada.
- Mano de obra no calificada.
- Materiales y equipos.
- Imprevistos.
- Subsidios e impuestos.

Relación Beneficio Costo

La relación beneficio costo, es el cociente del valor actualizado de los beneficios, descontado el costo de operación y mantenimiento y el valor actualizado de la inversión.

Para que un proyecto sea favorable, la relación $B/C > 1$, entre mayor sea esta relación más prioridad tiene el proyecto.

Se utiliza la relación beneficio/costo, por las siguientes razones:

- a. Es la metodología más conocida a nivel latinoamericano.
- b. Es la recomendada por los organismos internacionales de crédito, los cuales financian en alta proporción, los proyectos del sector eléctrico².

6.2.1 Beneficios por Reducción de Pérdidas No Técnicas

Los beneficios económicos que se obtienen por la reducción de pérdidas no técnicas, se dividen en dos componentes:

- a. El beneficio producido por la reducción del componente técnico, se valora multiplicando la reducción de los kWh por su costo marginal, calculado al nivel de voltaje de entrega al usuario.
- b. El beneficio por la reducción de pérdidas no técnicas, se convierte en un aumento de los ingresos monetarios por el cobro de energía que fue evadida.

Se entiende como costo marginal, el cambio en los costos totales, cuando se presenta un cambio pequeño en la demanda. Estos costos pueden cambiar de acuerdo con las circunstancias regionales y con el tiempo².

Los beneficios producidos por la reducción de pérdidas no técnicas, se detallan a continuación:

- Pérdidas por usuarios fraudulentos.
- Pérdidas por errores en medidores.
- Pérdidas por usuarios sin medidor.
- Pérdidas por usuarios directos.

La energía recuperable de los componentes de pérdidas no técnicas mencionadas se detalla en el cuadro 6.1.

COMPONENTE DE PERDIDAS NO TÉCNICAS	ENERGÍA RECUPERADA [MWh/año]
FRAUDE	6,287.12
ERRORES EN MEDIDORES	845.30
USUARIOS SIN MEDIDOR	5.59
USUARIOS DIRECTOS	0.67
TOTAL	7,138.68

Cuadro 6.1: Energía recuperada de pérdidas no técnicas

Beneficios Obtenidos por Reducción de Pérdidas No Técnicas por Fraude

En el cuadro 6.2, se indica los beneficios del proyecto que se obtendrían al aplicar medidas correctivas de control, los mismos que podrían hacerse efectivos en un período de 5 años de iniciado el proyecto para reducir dichas pérdidas a valores cercanos a cero.

TARIFA	RANGO DE CONSUMO [kWh]	ENERGÍA POR FRAUDE [MWh/año]	VALOR DEL CONSUMO [S/. por kWh]	BENEFICIO ANUAL [S/.]
COMERCIAL Y SERVICIOS	0 – 150	1,571.59	241	378,753,190
	150 – 500	1,273.29	234	297,949,860
	500 – 999999	1,587.61	285	452,468,850
INDUSTRIAL	0 – 150	540.14	177	95,604,780
	150 – 500	90.02	191	17,193,820
	500 – 999999	109.86	257	28,234,020
RESIDENCIAL	0 – 150	489.79	205	100,406,950
	150 – 999999	624.82	372	232,433,040
TOTAL				1,603,044,510

Cuadro 6.2: Beneficios por reducción de pérdidas por fraude en la ciudad de Ibarra

En el anexo 6.1 se presenta en forma detallada los valores de cada kWh de consumo promedio, para las tarifas comercial-servicios, industrial y residencial con rangos de consumo alto, medio y bajo.

Los beneficios netos obtenidos por la reducción de pérdidas por fraude, se calculan de la siguiente manera: con un tipo de cambio promedio de 4,800 sucres por dólar para el año 1997²⁶, con una tasa de descuento del 12 % y un período de 5 años. Aplicando la ecuación 6.1, se determina el beneficio anual por fraude cuyo valor es de US\$ 92,646.

Beneficios Obtenidos por Reducción de Pérdidas No Técnicas por Errores de Medidores, Usuarios Sin Medidor y Usuarios Directos

La energía a recuperar en un plazo de 5 años, al aplicar las medidas de control y reducción de pérdidas no técnicas por los componentes de errores en medidores, usuarios sin medidor y usuarios directos, es de 851.56 MWh/año para el área de Ibarra; para esta evaluación económica, se utilizó el precio de venta promedio de EMELNORTE S.A. a los usuarios del área de concesión para el año 1997, siendo éste de S/. 182 por kWh²⁶. El beneficio económico obtenido por recuperar estas pérdidas no técnicas es de S/. 154,983,920.

Aplicando la ecuación 6.1 con los parámetros económicos definidos anteriormente, se determina el beneficio anual por los componentes de errores en medidores, usuarios sin medidor y conexiones directas, cuyo valor es US\$. 8,957.

Beneficios Netos Obtenidos por Recuperación de Demanda

Para la evaluación económica de los beneficios obtenidos por recuperación de la demanda evadida por los clientes especiales y de tarifa con demanda, se aplica la siguiente metodología.

Para determinar el porcentaje del consumo de energía que tienen los clientes especiales y de tarifa con demanda frente a los usuarios normales, se tomó los datos del consumo del mes de junio 1997 registrado en Ibarra, como se indica en el cuadro 6.3; éstos fueron obtenidos del anexo 4.5.

TARIFA	NUMERO USUARIOS	CONSUMO [kWh/mes]
BA	7	4,024
CD	42	75,641
OD	16	27,747
ID	55	32,339
ESPECIALES	120	863,165
TOTAL	240	1,002,916

Cuadro 6.3: Consumo de clientes especiales y con demanda de un mes de referencia

El consumo de los usuarios normales de la ciudad de Ibarra, es de 4,117,148 kWh/mes, valor obtenido del anexo 4.5, con los resultados del cuadro anterior, se determina el porcentaje de consumo de usuarios especiales y usuarios con tarifa de demanda, dando un valor del 19.59 % del consumo total. Aplicando el mismo porcentaje a las pérdidas no técnicas por fraude, siendo ésta de 6,287.12 MWh/año, se obtiene la energía perdida por fraude de clientes especiales y con demanda, cuyo valor es de 1,231.65 MWh/año.

Con el factor de carga calculado en la tesis de Lucio Rivera, cuyo valor es 0.493¹⁵, se determina la demanda máxima de estos usuarios, siendo ésta de 285.19 kW, que resulta ser la demanda que se puede recuperar. El precio de venta de cada kW de demanda para usuarios especiales en el año 1997 es S/. 16,550²⁷, para cada mes de consumo, de allí que el valor de cada kW de demanda para el período de un año es S/. 198,600. Para esta evaluación se utilizó el precio de la demanda para el período de un año. El beneficio económico obtenido por recuperar la demanda evadida de clientes especiales y de tarifa con demanda es de S/. 56,638,734.

Aplicando la ecuación 6.1 con los parámetros económicos definidos anteriormente, se determina el beneficio anual por la demanda evadida de clientes especiales y de tarifa con demanda, cuyo valor es US\$. 3,273.

Beneficios Netos Obtenidos por Recuperar Pérdidas No Técnicas

Con la correcta aplicación de las medidas de control y reducción de pérdidas no técnicas, se lograría recuperar 7,138.68 MWh/año de energía perdida por fraude, errores en medidores, usuarios sin medidor y usuarios directos.

Los beneficios económicos totales obtenidos por la correcta aplicación de las medidas de control y reducción de pérdidas no técnicas, son de US\$. 104,876.

Costos de Inversión y Mano de Obra

En los anexos 6.2.1 y 6.2.2, se presentan los costos de inversión y mano de obra que se deben realizar, siendo éstos de US\$ 152,008. Aplicando la ecuación 6.1 con los parámetros definidos anteriormente, se determina el costo anual de inversión y costo de mano de obra cuyo valor es de US\$ 42,168.

Mediante la relación beneficio costo, se determina si el proyecto es económicamente factible.

$$B/C = 104,876 / 42,168$$

Donde la relación

$$B/C = 2.49$$

Por ser la relación beneficio costo mayor que 1, el proyecto de control y reducción de pérdidas no técnicas para la ciudad de Ibarra, es económicamente factible.

6.3 EVALUACION FINANCIERA

La evaluación financiera, procura estimar el rendimiento del proyecto en términos de recursos monetarios, por esto, se la realiza utilizando los precios de mercado para cada proyecto en particular.

La evaluación financiera es importante para la empresa que invierte en el proyecto, ya que indica la factibilidad de los costos para que puedan ser cubiertos oportunamente; además, determina la rentabilidad financiera de la inversión, aportando con información para la empresa para realizar comparaciones del proyecto con otras oportunidades de inversión.

En vista de que los proyectos significan una recuperación de ingresos para la empresa por concepto de energía consumida pero no pagada, es de esperar que los estudios sean de buena rentabilidad financiera.

Para la evaluación financiera, se tomará en cuenta la energía que se logró recuperar de las muestras para el estudio de los componentes de pérdidas no técnicas; de allí, se determina los recursos monetarios recaudados, producto de esta recuperación real de energía. En el cuadro 6.4 se detalla la energía recuperada de las muestras.

COMPONENTE DE PERDIDAS NO TECNICAS DE LAS MUESTRAS	ENERGIA RECUPERADA [MWh/año]
FRAUDE	72.66
ERRORES EN MEDIDORES	9.77
USUARIOS SIN MEDIDOR	5.59
USUARIOS DIRECTOS	0.67
TOTAL	88.69

Cuadro 6.4: Energía recuperada de pérdidas no técnicas

Recursos Financieros Obtenidos por Recuperar Pérdidas No Técnicas por Fraude

En el cuadro 6.5, se presenta la energía recuperada de las muestras analizadas para determinar las pérdidas no técnicas por fraude.

En el anexo 6.1 se presenta en forma detallada los valores de cada kWh de consumo promedio, para las tarifas comercial-servicios, industrial y residencial con rangos de consumo alto, medio y bajo.

TARIFA	RANGO DE CONSUMO [kWh]	ENERGÍA DE FRAUDE [kWh/año]	TARIFA MEDIA [S/. por kWh]	BENEFICIO ANUAL [S/.]
COMERCIAL Y SERVICIOS	0 – 150	18,160	241	4,376,560
	150 – 500	14,720	234	3,444,480
	500 – 999999	18,350	285	5,229,750
INDUSTRIAL	0 – 150	6,240	177	1,104,480
	150 – 500	1,040	191	198,640
	500 – 999999	1,270	257	326,390
RESIDENCIAL	0 – 150	5,660	205	1,160,300
	150 – 999999	7,220	372	2,685,840
TOTAL				18,526,440

Cuadro 6.5: Recuperación financiera obtenida de las pérdidas no técnicas por fraude

Los recursos financieros obtenidos por recuperar las pérdidas no técnicas por fraude ascienden a S/. 18,526,440.

Recursos Financieros Obtenidos por Recuperar Pérdidas No Técnicas por Errores en Medidores, Usuarios Sin Medidor y Usuarios Directos

Para la evaluación financiera en cuanto a los componentes de errores en medidores, usuarios sin medidor y usuarios directos, se utiliza el precio de venta promedio de EMELNORTE S.A. a los clientes del área de concesión para el año 1997, siendo éste de S/. 182 por kWh²⁶. La energía recuperada por estos componentes es 16,030 kWh/año, y los recursos financieros recuperados equivalen a S/. 2,917,460.

Recursos Financieros Obtenidos por Recuperación de Demanda

Para determinar la demanda recuperada de los usuarios de tarifa con demanda y usuarios especiales, se aplica el porcentaje consumido por éstos frente al total de usuarios de Ibarra, dando como resultado un valor del 19.59 %, el mismo que fue definido anteriormente.

Aplicando el mismo porcentaje a las pérdidas no técnicas por fraude de las muestras, siendo ésta de 72,660 kWh/año, se obtiene la energía perdida por fraude de clientes especiales y con demanda, cuyo valor es de 14,234 kWh/año.

Con el factor de carga calculado en la tesis de Lucio Rivera, cuyo valor es 0.493¹⁵, se determina la demanda máxima de estos usuarios, siendo ésta de 3.30 kW, que resulta ser la demanda que se puede recuperar. El precio de venta de cada kW de demanda para usuarios especiales en el año 1997 es S/. 16,550²⁷, para cada mes de consumo, de allí que el valor de cada kW de demanda para el período de un año es S/. 198,600. Para esta evaluación se utilizó el precio de la demanda para el período de un año. Los recursos financieros obtenidos por recuperar la demanda evadida de clientes especiales y de tarifa con demanda ascienden a S/. 655,380.

Recursos Financieros Netos Obtenidos por Recuperar Pérdidas No Técnicas

Los recursos financieros recaudados por la recuperación de energía y demanda evadida de pérdidas no técnicas de las muestras analizadas, ascienden a S/. 22,099,280. Mientras tanto, que los costos de mano de obra realizados en el período de agosto a diciembre 1997, se presentan en el cuadro 6.6

PERSONAL NECESARIO	CANT.	TIEMPO LABORABLE [h]	COSTO UNITARIO [S/. por h]	COSTO TOTAL [S/.]
INGENIERO ELECTRICO	1	24	11,033	264,792
EGRESADO DE INGENIERIA	1	252	9,245	2,329,740
CHOFER	1	60	6,940	416,400
LECTOR	2	72	1,458	209,952
ELECTRICISTA	2	192	6,940	2,664,960
TOTAL				5,885,844

Cuadro 6.6: Costos de mano de obra realizados en el período agosto - diciembre 1997.

Los gastos totales realizados en el período mencionado son de S/. 5,885,844; de allí que, las ganancias netas obtenidas, son favorables a EMELNORTE S.A, por la cantidad de S/. 16,213,436, por lo que el proyecto de control y reducción de pérdidas no técnicas para la ciudad de Ibarra, es ampliamente favorable.

CAPITULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES GENERALES

- No es posible llevar a cabo estudios de pérdidas técnicas y no técnicas por separado, pues las dos están íntimamente relacionadas entre sí; por lo tanto, su estudio debe ser realizado en forma conjunta.
- Las pérdidas técnicas son el reflejo del nivel de ingeniería que se aplique en la empresa, éstas dan un indicativo sobre la operación y eficiencia del sistema de distribución. Mientras tanto, las pérdidas no técnicas dependen de la eficiencia administrativa que se tenga en la empresa y del nivel cultural y económico de la población servida.
- La reducción de pérdidas técnicas, tiene como consecuencia la disminución de las inversiones, ya que se logra reducir los requerimientos de demanda, así como también los de generación propia y compra de energía a otros sistemas eléctricos. Mientras tanto, la reducción de pérdidas no técnicas tiene como efecto, el incremento de la energía facturada, la empresa distribuidora logra recaudar recursos económicos que eran evadidos del pago.
- El nivel de pérdidas eléctricas debe ser considerado como un indicador de la eficiencia y operación del sistema analizado.
- Debido al alto número de usuarios que se deben analizar, para llegar a determinar los componentes de pérdidas no técnicas de un sistema de distribución, se hace indispensable utilizar la metodología de muestreo aleatorio simple; el error cometido en la toma de la muestra, es menor que el 10 %.

- Antes de emprender proyectos de control y reducción de pérdidas eléctricas, es necesario analizar la relación beneficio/costo. Un proyecto se considera favorable cuando los beneficios obtenidos por el mismo, sean superiores a los costos generados por poner en marcha el estudio.

7.2 CONCLUSIONES ESPECIFICAS

- La estimación de pérdidas no técnicas, depende de la exactitud en el cálculo de pérdidas técnicas, porque éstas se obtienen de la diferencia entre las pérdidas eléctricas totales y las pérdidas técnicas.
- Debido al gran número de usuarios del universo analizado, para determinar la contribución de los componentes de pérdidas por fraude, errores en medidores y errores de lectura y facturación, fue necesario recurrir a la teoría de muestreo aleatorio simple; estos resultados se extrapolaron para el área de Ibarra.
- En EMELNORTE S.A, nunca se realizó estudios de pérdidas eléctricas, de allí que la información conseguida fue deficiente y en algunos casos errónea, por lo que el estudio se realizó en un período aproximado de dos años.
- La energía y demanda medida en la subestación eléctrica Diesel, se obtuvo calculando las pérdidas técnicas en la línea de 34.5 kV en una longitud de 1.2 km entre la subestación de Alpachaca y la Diesel. Además, se calcularon las pérdidas técnicas en los transformadores de la subestación Diesel. Se realizó de esta forma por falta de equipos de medición en la subestación Diesel, y por disponibilidad en la subestación Alpachaca.
- El nivel de pérdidas de energía de la ciudad de Ibarra, obtenido en el capítulo IV, es del 17.56 % de la energía disponible; este porcentaje está muy por encima del nivel económico deseado. Sólo como ejemplo las pérdidas determinadas en los Estados Unidos, incluido el sistema de transmisión, está en por el orden del 7.6 % de la energía disponible.
- Los niveles de pérdidas técnicas y no técnicas de la ciudad de Ibarra obtenidos en el capítulo IV son del 6.26 % y 11.30 % respectivamente, se puede observar que las pérdidas no técnicas casi doblan a las técnicas, de allí que las medidas de

control deben estar orientadas principalmente a reducir los componentes de pérdidas no técnicas.

- De los resultados de componentes de pérdidas no técnicas, se desprende que las pérdidas por fraude son las predominantes, con un porcentaje del 76.37 % de las pérdidas no técnicas de Ibarra.
- Para el caso del sistema eléctrico de Ibarra, se debe poner más énfasis en el control y reducción del fraude, especialmente de los usuarios con tarifa comercial, por ser este marco en el que se encontró una alta incidencia de hurto de energía. Además, con el incremento de tarifas decretada por el Gobierno Nacional, se debe poner más énfasis en el control de pérdidas por fraude.
- El trabajo de control de clientes debe ser realizado bajo un marco jurídico adecuado, que salvaguarde las acciones legales que tome la empresa y se sancione drásticamente a quienes propician y ejecutan acciones para el uso ilegal de la energía eléctrica.
- La toma de decisiones acertadas respecto al funcionamiento óptimo del sistema de distribución, depende de la disponibilidad de información sobre su estado de operación y características de demanda de sus consumidores. La metodología aplicada para evaluar y controlar las pérdidas eléctricas, proporciona información valiosa para el control y planeamiento del sistema de distribución. Se debe recordar que las pérdidas eléctricas se las determina mediante estudios de planificación y expansión del sistema de distribución al nivel de ingeniería.
- Dada la característica dinámica del sistema de distribución, es necesario llevar a cabo una actualización periódica de datos sobre los usuarios y redes del sistema, con la finalidad de llevar a cabo una evaluación más precisa y confiable del sistema analizado.

7.3 RECOMENDACIONES

- Mejorar el sistema de medición que actualmente se tiene en las subestaciones de distribución, especialmente el que se tiene en la subestación Diesel; ésta no posee un sistema de medición por alimentadores primarios que mida demanda y energía.

- Para tener un adecuado control de pérdidas eléctricas, es necesario que exista el Departamento de Control de Pérdidas. Además, se le debe brindar todo el apoyo necesario para que lleve adelante un adecuado control de pérdidas.
- Realizar balances energéticos al nivel de subestaciones, alimentadores primarios y transformadores de distribución, con un período de seis meses.
- Determinar periódicamente el nivel de pérdidas de energía del sistema eléctrico de la empresa distribuidora y preparar los diagnósticos sobre las causas de las mismas.
- Realizar estudios técnicos y económicos dando alternativas para la expansión del sistema, tomando en cuenta el costo de las pérdidas de energía.
- Proponer metas sobre los niveles de pérdidas para orientar el desarrollo y expansión del sistema.
- Verificar que los equipos de medición se encuentren funcionando normalmente dentro de la precisión normalizada.
- Realizar estudios, diseños, normalización de acometidas y medidores, para evitar el fraude.
- Evaluar los procedimientos vigentes en el área comercial, para evitar las pérdidas de energía por fallas administrativas en actividades relacionadas con la facturación, trámites de aprobación e instalación del servicio.
- Elaborar campañas publicitarias en áreas geográficas con alta incidencia de fraudes. Estas deben encaminarse a eliminar el robo de energía eléctrica.
- Organizar y ejecutar programas de control de sellos, calibración y sustitución de medidores, los mismos que deben efectuarse periódicamente.
- Asignación de responsabilidades al personal que tiene a su cargo el manejo y control de sellos; desde la instalación, hasta su retiro. La responsabilidad debe ser firmada y notariada para que no cometan ilícitos.
- Diseñar una base de datos que guarde toda la información de los sellos referente a su número, persona responsable, fecha de instalación, dirección, número de cuenta y nombre del usuario donde se los instaló.

- Asociar a los clientes con los transformadores de distribución, para realizar de manera más rápida y eficiente los balances al nivel de transformadores de distribución; y expandirlos a circuitos primarios y subestaciones eléctricas.
- Realizar un control más periódico y minucioso a clientes especiales y grandes consumidores, en comparación con los abonados normales, por ser un número reducido de usuarios, frente a los normales. Además, el tiempo en que se logra recuperar la energía robada, es menor que recuperar la misma cantidad de energía evadida por los usuarios normales, lo que significaría obtener grandes réditos financieros a corto plazo.
- Tener mayor control en la asignación de factores de los transformadores de potencial y corriente a grandes clientes; y por tanto, evaluar el proceso de aplicación de los mismos.
- Es necesario que la empresa eléctrica cuente con valores normalizados sobre las características técnicas y de diseño dentro del sistema. Lo que implica que cada una desarrolle sus propias normas de diseño, que reflejen el comportamiento real del sistema. Además, deben estar disponibles para elaborar estudios de ingeniería.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. OLADE, "Manual Latinoamericano y del Caribe para el Control de Pérdidas Eléctricas", Vol. II, Estudios de Casos, Quito, 1993.
2. OLADE, "Manual Latinoamericano y del Caribe para el Control de Pérdidas Eléctricas", Vol. I, Metodología, Quito, 1993.
3. Least C., "Electric Utility Planning", Editorial Wiley, New York, 1989.
4. Banco Mundial/Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo Eléctrico (UNDP), "Programa de Mejoramiento de la Eficiencia del Sector Eléctrico", Reducción de Pérdidas en la Distribución de la Electricidad, Ecuador, 1982.
5. EMELNORTE S.A., "Dirección de Planificación, Ibarra, 1998.
6. Martín M. y Ramati O., "Pérdidas de Energía en la Distribución", Comisión de Integración Eléctrica Regional (CIER), Montevideo, Uruguay 1991.
7. Céspedes R., "Pérdidas en Sistemas Eléctricos. Clasificación y Definiciones", OLADE, Documento Presentado en el Simposio Latinoamericano sobre Control de Pérdidas Eléctricas, Bogotá, Colombia, Octubre 1988.
8. OLADE, Manual Latinoamericano para el Control de Pérdidas Eléctricas, Bogotá, Colombia, 1990.
9. Gutiérrez L., "Seminario Taller de Pérdidas de Energía Eléctrica", Bogotá, Colombia, 1989.
10. Mazacán L., "Metodologías de Evaluación y Reducción de Pérdidas Técnicas en un Sistema Eléctrico", CADEFE - VENEZUELA, Simposio Latinoamericano sobre Control de Pérdidas Eléctricas, Bogotá, Colombia, Octubre 1988.
11. Grijalva, S., "Pérdidas en Sistemas Eléctricos de Distribución. Aplicación al Sistema Quito", Abril, 1994.
12. E.P.N., "Proyecto de Pérdidas de Energía Eléctrica EMELNORTE S.A.", Metodología Propuesta para la Estimación de Pérdidas, Quito, 1998.

13. INECEL, "Pliego Tarifario", Quito, Noviembre 1988.
14. Daquilema, L., "Metodologías para el Control y Reducción de Pérdidas Negras en un Sistema Eléctrico de Distribución. Aplicación al Sistema Eléctrico de Riobamba", Quito, Febrero 1996.
15. Rivera L., "Planeamiento a Corto Plazo para la ciudad de Ibarra", Quito, 1999.
16. INECEL, "Pliego Tarifario", Quito, Junio 1993.
17. INECEL, "Pliego Tarifario", Quito, Octubre 1996.
18. CONELEC, "Proyecto de Reglamento de Suministro del Servicio de Electricidad", Quito, 1998.
19. OLADE, "Revista Energética", Quito, Septiembre 1996.
20. CIER, "Interconexiones", Número 38, Montevideo Uruguay, 1998.
21. Manzano, J., "Experiencia de Distribuidora Chilectra Metropolitana S.A. en el Control del Hurto de Energía y Aplicación de Medidas Técnicas", Chile, Agosto 1989.
22. INECEL, "Pérdidas de Energía", Comisión Control Pérdidas, Quito, 1998.
23. INECEL, "Programación de Control de Pérdidas", Quito, Junio 1996.
24. GESTION, "Cortacircuitos en la Economía Mundial", Número 52, Ecuador, Octubre 1998.
25. Orbe P., "Ingeniería Económica", Quito, 1993.
26. EMELNORTE S.A., "Dirección de Planificación", Ibarra, 1997.
27. INECEL, "Pliego Tarifario", Quito, Agosto 1997.
28. ELCONTROL ENERGY, "Analizadores y Controladores de Energía Eléctrica", Advanced Technology for Electrical Installations, Italia, 1997.
29. PORTABLE WATTHOUR METER TESTER, "Fisher Pierce Model 1131A", New York, 1992.
30. Westinghouse Electric Corporation, "Electrical Transmission and Distribution Reference Book", East Pittsburgh, Pennsylvania, 1964.
31. Calabrese J., "Metodologías de Evaluación de Pérdidas No Técnicas", Bogotá Colombia, 1988.

32. Westinghouse Electric Corporation, "Electrical Utility Engineering Reference Book: Distribution System", East Pittsburgh, Pennsylvania, 1959.
33. Harrington, J., "Mejoramiento de los Procesos de la Empresa", Editorial McGraw-Hill, Tomo 4, Bogotá Colombia, 1995.
34. Sandoval O., "Calidad y Participación" Como Hacer Competitiva la Empresa, Editorial Edi-Abaco, Quito, 1995.
35. EMELNORTE S.A., "Estatutos", Ibarra, Mayo 1984.

APENDICES

APENDICE 1

CARACTERISTICAS TECNICAS DEL ANALIZADOR DE MAGNITUDES ELECTRICAS MODELO VIP SYSTEM3

CARACTERISTICAS TECNICAS DEL ANALIZADOR DE MAGNITUDES ELECTRICAS VIP SYSTEM3

El VIP SYSTEM3 es un instrumento portátil, de peso ligero, con impresora incorporada y efectúa las medidas en las tres fases calculando las magnitudes trifásicas equivalentes. El VIP SYSTEM3 mide e imprime voltajes, corrientes, potencias, factores de potencia ($\cos\phi$) y distorsiones de forma de onda. Mide los consumos de energía totales y por separado, según determinados intervalos horarios. Junto con los valores instantáneos, determina los valores promedio y memoriza los valores máximos de potencia y de la distorsión. Además, registra las microinterrupciones por alimentación y la duración de las interrupciones más largas.

Las medidas visualizadas son las siguientes:

- Voltaje y Corriente rms por fase.
- Frecuencia.
- Potencia Activa instantánea, media y máxima de las tres fases y trifásica.
- Potencia Aparente instantánea, media y máxima de las tres fases y trifásica.
- Potencia Reactiva instantánea, media y máxima de las tres fases y trifásica.
- Distorsión Porcentual de Potencia de las tres fases y trifásica.
- Contadores de Energía Activa y Reactiva, $Tg \phi$ media y $Cos \phi$ medio de las tres fases y trifásico.

El VIP SYSTEM3 con una memoria accesoria (MEMORY PACK), memoriza todos los datos de medida para aplicación posterior. Con el MEMORY PACK se pueden llevar a

cabo programas de medida, con la posibilidad de transferir los datos a una computadora, a través de un puerto serial, mediante una interfase RS232C ó a una impresora remota. Con el uso de los adecuados interfases (BLACK BOX) la actividad del VIP SYSTEM3 se amplía con funciones de otro tipo como son la medida de la dispersión, temperatura y otras. El instrumento dispone para ello de una entrada para las conexiones de MEMORY PACK y BLACK BOX. Los datos de las mediciones realizadas, son presentados en una pantalla alfanumérica LCD "SUPER TWISTED".

CARACTERISTICAS GENERALES DEL VIP MK 3 / VIP SYSTEM 3

- Entradas:
- Voltimétricas L1-L2-L3-N: 600 V CA entre fase y neutro a 20 – 1000 Hz; ó 600 V CC
- Amperimétricas L-L2-L3: 1 V de CA a 20 – 1000 Hz; ó 1 V de CC
- Auxiliares: AUX 1V/1mA
- Sobrecargas en las entradas voltimétricas: Máximo 720 Vrms – voltaje de pico 1200 V (a 720 Vrms interviene protección)
- Sobrecargas en las entradas amperimétricas: 5 veces el valor de la escala plena (con la intervención de una protección en los valores límite)
- Número de escalas: 4 escalas de voltaje 4 escalas de corriente
- Cambio de escala: automático
- Tiempo de respuesta al cambio de escala: 1 seg
- Salidas a relés: 2 Tipo A – Contac. Para 30 V / 0.5 A / 10 W
- Dimensiones externas: 240x220x115 mm
- Peso: 2.250 Kg
- Rango de temperatura ambiente: +5°C + 40°C
- Clase 1 según Normas IEC 348 y VDE 0411
- Normas de referencia para seguridad: IEC 1010-1, EN 61010-1, 600 V
- Normas de referencia EMC: EN 50081-1, EN 50082-1, EN 55022

Alimentación

- De red: $230\text{ V} \pm 10\%$ $110\text{ V} \pm 10\%$ a 50 Hz o 60 Hz
- Interna: mediante una batería al níquel cadmio recargable
- Consumo: 10 VA^{28}

APENDICE 2

CARACTERISTICAS TECNICAS DEL VERIFICADOR PORTATIL DE MEDIDORES FISHER PIERCE MODELO 1131A

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL VERIFICADOR PORTÁTIL DE MEDIDORES FISHER PIERCE MODEL 1131A

- A plena carga: 2.5, 5, 15 y 30 A para factor de potencia 1 y 0.5.
- Para carga baja: 0.25, 0.5, 1.5 y 3 A para factor de potencia de 1.
- Precisión de corriente a factor de potencia 1: $\pm 15\%$ a 120 V y 240 V para dos bobinas de corriente en serie. Carga de la bobina, está dada por la norma ANSI C12.1-1982
- Medidor del factor kh: 0.1 hasta 99.9 Wh/revolución, establecido para la aguja del disco. Las instrucciones del factor kh se disciernen en fracciones de 10.
- Factor de la bobina de corriente: 1/2, 1, 2, 3 y 4 establecido para la aguja del disco.
- Voltaje de entrada (voltajes usados para medidores de ensayo y potencia de suministro): 100-150 V y 200-300 V, seleccionados automáticamente e indicados en el panel.
- Exactitud del medidor de energía estándar interno: Se encuentra en la norma ANSI C12.1-1982, para el manual estándar de desempeño.
- Error típico: $\pm 0.1\%$ a factor de potencia 1, $\pm 0.2\%$ a factor de potencia 0.5, \pm error de referencia estándar, usado para calibración estándar interna.
- Tamaño del equipo: 7x14x21 pulgadas.
- Peso: 28 libras²⁹.

ANEXOS

ANEXO 4.1

RESULTADOS OBTENIDOS DEL ESTUDIO DE PERDIDAS ELECTRICAS REALIZADO PARA LA CIUDAD DE IBARRA

ENERGIA MEDIDA EN LAS SUBESTACIONES ELECTRICAS EL RETORNO Y DIESEL

PERDIDAS NO TECNICAS DE LA CIUDAD DE IBARRA (EMELNORTE S.A)
 ENERGIA MEDIDA EN LAS SUBESTACIONES EL RETORNO Y DIESEL
 FECHA DE MEDICION: 17 DE JUNIO AL 1 DE JULIO DE 1997
 BALANCE ANUAL DE ENERGIA PARA EL AÑO 1997

SUBESTACION	ENERGIA MEDIDA CON EL ANALIZADOR DE CARGA							ENERGIA MEDIDA [MWh/año]	ENERGIA PROMEDIO [MWh/año]
	LUNES [kWh]	MARTES [kWh]	MIERCOLES [kWh]	JUEVES [kWh]	VIERNES [kWh]	SABADO [kWh]	DOMINGO [kWh]		
EL RETORNO	106,454	107,323	109,644	109,537	110,780	106,364	97,962	39,006	36,669
DIESEL	99,202	100,469	103,346	102,157	101,542	95,884	91,551	36,195	36,195
ENERGIA TOTAL									72,865

BALANCE ANUAL DE ENERGIA PARA LA CIUDAD DE IBARRA

COMPONENTE	ENERGIA [MWh/año]
ENERGIA FACTURADA TOTAL NORMALES	45,083
ENERGIA FACTURADA TOTAL ESPECIALES	10,016
ENERGIA FACTURADA POR ALUMBRADO PUBLICO	4,969
ENERGIA REGISTRADA NETA	60,068
ENERGIA MEDIDA EN LAS DOS S/E	72,865
PERDIDAS TOTALES DE IBARRA	12,797
PORCENTAJE DE PERDIDAS TOTALES DE IBARRA	17.56%

NOTA: En la Subestación Eléctrica Diesel no se dispone medición de Energía y Demanda

REALIZADO POR: VINICIO HINOJOSA ORTIZ

ANEXO 4.2

DEMANDAS MEDIDAS CON EL ANALIZADOR DE MAGNITUDES ELECTRICAS MODELO VIP SYSTEM3

ANEXO 4.2.1

DEMANDAS MEDIDAS CON EL ANALIZADOR DE MAGNITUDES ELECTRICAS MODELO VIP SYSTEM3

S/E EL RETORNO

**PERDIDAS NO TECNICAS DE LA CIUDAD DE IBARRA (EMELNORTE S.A)
ENERGIA Y DEMANDA MEDIDA CON EL ANALIZADOR DE CARGA
S/E EL RETORNO**

FECHA : MARTES 17 - 06 - 1997 AL LUNES 23 - 06 - 1997

TIEMPO [h]	DEMANDA [kW]						
	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO
0:00	3,363	3,322	3,359	3,344	3,555	3,770	3,871
0:20	3,154	3,192	3,187	3,183	3,380	3,565	3,605
0:40	3,023	3,102	3,083	3,073	3,270	3,440	3,410
1:00	2,960	3,019	3,014	3,009	3,160	3,342	3,319
1:20	2,917	2,960	2,976	2,956	3,098	3,254	3,226
1:40	2,887	2,914	2,935	2,850	3,033	3,220	3,147
2:00	2,866	2,895	2,915	2,759	3,008	3,156	3,100
2:20	2,849	2,766	2,896	2,745	2,955	3,130	3,077
2:40	2,841	2,700	2,867	2,715	2,966	3,106	3,023
3:00	2,835	2,719	2,858	2,714	2,954	3,084	3,012
3:20	2,819	2,726	2,762	2,727	2,971	2,961	2,967
3:40	2,841	2,751	2,681	2,735	2,896	2,897	2,968
4:00	2,852	2,753	2,717	2,759	2,816	2,931	2,958
4:20	2,882	2,823	2,792	2,807	2,846	2,967	2,963
4:40	2,950	2,904	2,865	2,880	2,927	3,023	2,985
5:00	3,048	3,017	3,004	3,014	3,067	3,088	3,038
5:20	3,242	3,341	3,226	3,208	3,284	3,156	3,077
5:40	3,490	3,758	3,545	3,506	3,500	3,304	3,166
6:00	3,901	4,179	4,187	4,077	3,944	3,440	3,290
6:20	4,349	4,811	4,977	4,770	4,506	3,381	3,015
6:40	4,883	5,002	4,997	5,000	4,930	3,672	3,047
7:00	4,829	4,867	4,792	4,860	4,845	3,765	3,168
7:20	4,659	4,788	4,910	5,014	4,712	4,000	3,433
7:40	4,609	4,668	4,835	4,818	4,796	4,116	3,611
8:00	4,423	4,405	4,563	4,539	4,652	4,276	3,717
8:20	4,262	4,300	4,613	4,487	4,739	4,370	3,783
8:40	4,192	4,319	4,542	4,470	4,641	4,484	3,889
9:00	4,168	4,377	4,514	4,393	4,232	4,422	3,947
9:20	4,164	4,328	4,412	4,385	3,756	4,583	4,017
9:40	4,179	4,115	4,355	4,423	4,507	4,572	4,041
10:00	4,193	4,010	4,272	4,342	4,407	4,576	3,901
10:20	4,165	4,064	4,177	4,349	4,440	4,552	4,005
10:40	4,167	3,973	4,272	4,229	4,398	4,525	3,949
11:00	4,203	4,032	4,222	4,076	4,341	4,410	3,888
11:20	4,198	4,062	4,203	4,152	4,374	4,450	3,804
11:40	4,206	4,031	4,201	4,294	4,334	4,386	3,732

**PERDIDAS NO TECNICAS DE LA CIUDAD DE IBARRA (EMELNORTE S.A)
ENERGIA Y DEMANDA MEDIDA CON EL ANALIZADOR DE CARGA
S/E EL RETORNO**

FECHA : MARTES 17 - 06 - 1997 AL LUNES 23 - 06 - 1997

TIEMPO [h]	DEMANDA [kW]						
	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO
12:00	4,230	3,891	4,152	4,169	4,318	4,285	3,729
12:20	4,124	3,868	4,155	4,192	4,301	4,137	3,703
12:40	3,956	3,935	4,101	4,079	4,187	4,139	3,691
13:00	3,964	3,859	4,016	3,958	4,151	4,120	3,666
13:20	4,072	3,982	4,051	4,008	4,178	4,016	3,596
13:40	4,073	3,936	4,053	4,007	4,124	3,950	3,523
14:00	3,570	3,949	4,158	4,059	4,253	3,947	3,479
14:20	3,549	3,960	4,086	4,028	4,287	4,083	3,478
14:40	3,649	4,007	4,144	4,085	4,241	4,014	3,531
15:00	3,349	4,062	4,130	4,222	4,314	3,977	3,476
15:20	4,129	4,073	4,225	4,208	4,332	3,877	3,447
15:40	3,966	4,020	4,262	4,229	4,251	3,846	3,435
16:00	3,836	3,894	4,182	4,229	4,197	3,812	3,398
16:20	3,883	4,001	4,128	4,298	4,332	3,871	3,352
16:40	3,785	3,986	4,198	4,292	4,384	3,832	3,472
17:00	3,351	4,059	4,332	4,343	4,436	3,843	3,411
17:20	4,125	3,985	4,426	4,339	4,597	3,976	3,467
17:40	4,448	4,508	4,572	4,470	4,855	4,013	3,488
18:00	5,026	4,946	5,430	4,750	5,290	4,196	3,641
18:20	6,113	5,808	6,248	5,529	6,241	4,770	4,245
18:40	7,548	7,318	7,422	7,128	7,266	6,108	5,411
19:00	8,197	8,257	8,491	8,453	8,089	7,468	7,157
19:20	8,415	8,359	8,772	8,877	8,388	8,057	7,877
19:40	8,477	8,342	8,650	8,837	8,435	8,212	8,132
20:00	8,494	8,446	8,726	8,818	8,400	8,171	8,205
20:20	8,357	8,397	8,596	8,700	8,234	7,993	8,033
20:40	8,090	8,129	8,157	8,468	7,855	7,731	7,770
21:00	7,645	7,728	7,672	7,928	7,432	7,387	7,400
21:20	7,050	7,225	7,051	7,212	6,942	6,995	6,939
21:40	6,482	6,693	6,475	6,674	6,439	6,592	6,318
22:00	5,991	6,074	5,821	6,013	5,941	6,159	5,695
22:20	5,295	5,490	5,197	5,339	5,492	5,676	5,086
22:40	4,727	4,962	4,765	4,826	5,045	5,247	4,556
23:00	4,218	4,493	4,227	4,361	4,682	4,843	4,124
23:20	3,850	3,992	3,809	4,072	4,312	4,474	3,844
23:40	3,561	3,579	3,549	3,833	4,005	4,103	3,567

REALIZADO POR: VINICIO HINOJOSA ORTIZ

ANEXO 4.2.2

DEMANDAS MEDIDAS CON EL ANALIZADOR DE MAGNITUDES ELECTRICAS MODELO VIP SYSTEM3

S/E DIESEL

**PERDIDAS NO TECNICAS DE LA CIUDAD DE IBARRA (EMELNORTE S.A)
ENERGIA Y DEMANDA MEDIDA CON EL ANALIZADOR DE CARGA
S/E DIESEL**

FECHA : MIERCOLES 25 - 06 - 1997 AL MARTES 1 - 07 - 1997

TIEMPO [h]	DEMANDA [kW]						
	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO
12:00	3,920	4,019	4,091	4,076	4,034	3,557	3,395
12:20	3,868	3,970	3,950	3,953	3,936	3,422	3,382
12:40	3,913	3,992	3,920	3,940	3,900	3,163	3,369
13:00	3,866	3,832	3,797	3,856	3,744	3,586	3,350
13:20	3,731	3,767	3,800	3,788	3,722	3,519	3,261
13:40	3,724	3,719	3,744	3,781	3,713	3,412	3,245
14:00	3,709	3,660	3,798	3,817	3,720	3,486	3,183
14:20	3,694	3,796	3,756	3,829	3,765	3,356	3,117
14:40	3,783	3,846	3,879	3,923	3,782	3,435	3,084
15:00	3,891	3,989	4,021	3,982	3,882	3,437	3,137
15:20	3,886	3,994	4,024	4,002	3,910	3,468	3,129
15:40	3,903	4,078	4,030	4,019	4,015	3,491	3,113
16:00	3,909	4,139	4,014	4,006	3,954	3,399	3,144
16:20	3,860	4,089	4,063	3,911	3,910	3,392	3,099
16:40	3,827	4,096	4,105	4,006	3,904	3,409	3,149
17:00	3,872	4,073	4,241	4,057	3,863	3,465	3,166
17:20	3,903	4,214	4,372	4,132	3,987	3,499	3,271
17:40	3,970	4,422	4,642	4,255	4,247	3,511	3,346
18:00	4,271	4,576	5,199	4,545	4,846	3,751	3,587
18:20	4,977	5,192	5,841	4,969	5,436	4,425	3,937
18:40	5,708	6,147	6,625	6,196	6,262	5,400	4,905
19:00	6,963	7,321	7,747	7,503	7,469	6,950	6,426
19:20	7,690	7,875	8,117	7,952	8,022	7,655	7,254
19:40	7,893	7,923	8,240	7,984	8,066	7,820	7,492
20:00	7,851	7,890	8,148	7,955	7,989	7,809	7,563
20:20	7,807	7,882	8,069	7,893	7,915	7,699	7,447
20:40	7,528	7,627	7,811	7,583	7,681	7,509	7,183
21:00	7,137	7,252	7,393	7,150	7,322	7,214	6,886
21:20	6,625	6,778	6,772	6,638	6,835	6,761	6,408
21:40	6,142	6,243	6,312	6,189	6,429	6,317	5,880
22:00	5,573	5,670	5,740	5,595	5,934	5,919	5,364
22:20	4,974	5,067	5,161	4,990	5,356	5,487	4,922
22:40	4,528	4,561	4,648	4,583	4,881	5,097	4,382
23:00	4,139	4,155	4,272	4,231	4,436	4,736	4,026
23:20	3,830	3,786	3,805	3,850	4,065	4,389	3,673
23:40	3,568	3,508	3,516	3,614	3,814	4,118	3,489

REALIZADO POR: VINICIO HINOJOSA ORTIZ

ANEXO 4.2.3

DEMANDAS MEDIDAS CON EL ANALIZADOR DE MAGNITUDES ELECTRICAS MODELO VIP SYSTEM3

SUMA DE LAS DEMANDAS MEDIDAS EN LAS DOS SUBESTACIONES ELECTRICAS DE IBARRA (EL RETORNO Y DIESEL)

PERDIDAS NO TECNICAS DE LA CIUDAD DE IBARRA (EMELNORTE S.A)
ENERGIA Y DEMANDA MEDIDA CON EL ANALIZADOR DE CARGA
S/E EL RETORNO Y S/E DIESEL
FECHA : 17 DE JUNIO AL 1 DE JULIO DE 1997

TIEMPO [h]	DEMANDA [kW]						
	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO
0:00	6,647	6,654	6,621	6,691	6,947	7,349	7,775
0:20	6,274	6,338	6,272	6,386	6,598	6,933	7,403
0:40	6,011	6,056	6,061	6,177	6,372	6,675	6,990
1:00	5,862	5,901	5,913	6,041	6,127	6,446	6,708
1:20	5,760	5,813	5,821	5,921	5,952	6,291	6,482
1:40	5,696	5,730	5,769	5,790	5,847	6,206	6,320
2:00	5,628	5,687	5,693	5,646	5,792	6,088	6,212
2:20	5,618	5,522	5,649	5,616	5,728	6,038	6,167
2:40	5,611	5,437	5,620	5,567	5,730	5,993	6,056
3:00	5,600	5,454	5,620	5,544	5,710	5,949	5,992
3:20	5,550	5,417	5,445	5,499	5,706	5,722	5,916
3:40	5,537	5,434	5,390	5,521	5,618	5,638	5,861
4:00	5,565	5,452	5,469	5,570	5,555	5,693	5,827
4:20	5,628	5,539	5,550	5,662	5,619	5,760	5,852
4:40	5,752	5,641	5,648	5,768	5,736	5,878	5,882
5:00	5,909	5,813	5,892	6,003	5,953	5,996	5,966
5:20	6,185	6,233	6,252	6,295	6,273	6,153	6,081
5:40	6,585	6,809	6,760	6,816	6,689	6,485	6,227
6:00	7,252	7,476	7,703	7,635	7,447	6,771	6,506
6:20	7,990	8,387	8,825	8,540	8,209	6,561	5,969
6:40	8,811	8,697	9,062	8,961	8,835	6,780	5,897
7:00	8,890	8,660	8,881	8,920	8,757	6,968	6,133
7:20	8,511	8,512	8,973	9,008	8,522	7,252	6,443
7:40	8,523	8,490	8,820	8,865	8,615	7,494	6,740
8:00	8,278	8,135	8,450	8,542	8,368	7,727	6,926
8:20	8,055	8,061	8,600	8,559	8,531	7,716	7,033
8:40	7,960	8,166	8,628	8,546	8,498	8,092	7,240
9:00	7,994	8,294	8,666	8,457	8,161	8,035	7,386
9:20	8,072	8,302	8,533	8,481	7,727	8,211	7,512
9:40	8,104	8,090	8,480	8,545	8,474	8,261	7,561
10:00	8,180	7,996	8,394	8,434	8,383	8,269	7,447
10:20	8,161	8,017	8,288	8,403	8,373	8,214	7,535
10:40	8,117	7,915	8,366	8,310	8,317	8,165	7,434
11:00	8,164	8,014	8,309	8,125	8,313	8,080	7,282
11:20	8,148	8,067	8,345	8,197	8,284	8,066	7,178
11:40	8,120	8,054	8,331	8,348	8,360	8,011	7,104

PERDIDAS NO TECNICAS DE LA CIUDAD DE IBARRA (EMELNORTE S.A)
ENERGIA Y DEMANDA MEDIDA CON EL ANALIZADOR DE CARGA
S/E EL RETORNO Y S/E DIESEL
FECHA : 17 DE JUNIO AL 1 DE JULIO DE 1997

TIEMPO [h]	DEMANDA [kW]						
	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO
12:00	8,150	7,911	8,244	8,245	8,352	7,842	7,124
12:20	7,992	7,838	8,106	8,146	8,237	7,559	7,085
12:40	7,869	7,927	8,021	8,019	8,087	7,302	7,060
13:00	7,830	7,691	7,814	7,814	7,895	7,706	7,016
13:20	7,804	7,749	7,852	7,796	7,901	7,535	6,857
13:40	7,798	7,656	7,797	7,788	7,837	7,362	6,768
14:00	7,279	7,609	7,957	7,876	7,974	7,434	6,662
14:20	7,243	7,757	7,842	7,857	8,052	7,439	6,595
14:40	7,432	7,853	8,024	8,008	8,023	7,449	6,615
15:00	7,240	8,051	8,152	8,204	8,197	7,414	6,614
15:20	8,015	8,067	8,250	8,210	8,242	7,345	6,576
15:40	7,869	8,098	8,293	8,249	8,267	7,338	6,548
16:00	7,745	8,033	8,196	8,235	8,152	7,212	6,543
16:20	7,743	8,091	8,191	8,209	8,242	7,263	6,451
16:40	7,612	8,083	8,303	8,298	8,288	7,242	6,621
17:00	7,224	8,132	8,574	8,400	8,299	7,308	6,577
17:20	8,028	8,199	8,799	8,471	8,584	7,475	6,738
17:40	8,418	8,930	9,214	8,725	9,102	7,524	6,834
18:00	9,297	9,522	10,630	9,295	10,136	7,947	7,228
18:20	11,091	11,000	12,090	10,498	11,677	9,196	8,182
18:40	13,256	13,465	14,048	13,324	13,529	11,508	10,316
19:00	15,161	15,579	16,239	15,957	15,559	14,419	13,584
19:20	16,106	16,235	16,890	16,830	16,411	15,713	15,132
19:40	16,371	16,266	16,891	16,822	16,502	16,033	15,625
20:00	16,346	16,337	16,875	16,774	16,390	15,981	15,769
20:20	16,165	16,280	16,666	16,594	16,150	15,693	15,481
20:40	15,619	15,757	15,969	16,052	15,537	15,241	14,954
21:00	14,783	14,980	15,066	15,079	14,755	14,601	14,286
21:20	13,676	14,004	13,824	13,850	13,778	13,756	13,347
21:40	12,624	12,936	12,788	12,863	12,869	12,909	12,199
22:00	11,565	11,745	11,562	11,608	11,876	12,079	11,060
22:20	10,270	10,557	10,359	10,330	10,848	11,164	10,009
22:40	9,255	9,524	9,413	9,409	9,926	10,345	8,938
23:00	8,357	8,648	8,499	8,593	9,119	9,580	8,151
23:20	7,680	7,778	7,615	7,922	8,377	8,863	7,517
23:40	7,130	7,087	7,065	7,447	7,819	8,221	7,057

REALIZADO POR: VINICIO HINOJOSA ORTIZ

ANEXO 4.3

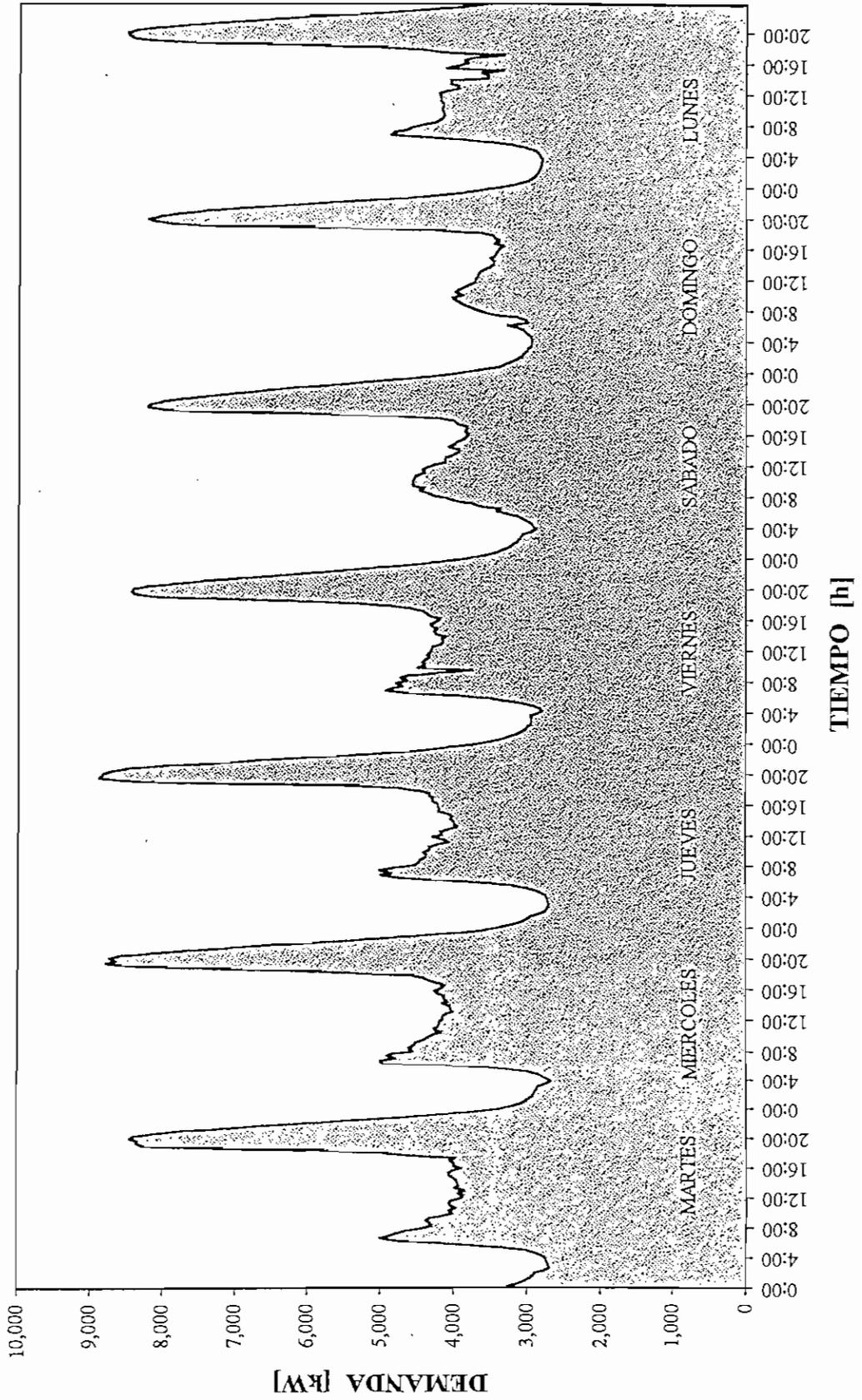
CURVAS DE DEMANDA SEMANAL

ANEXO 4.3.1

CURVA DE DEMANDA SEMANAL

S/E EL RETORNO

CURVA DE DEMANDA S/E EL RETORNO

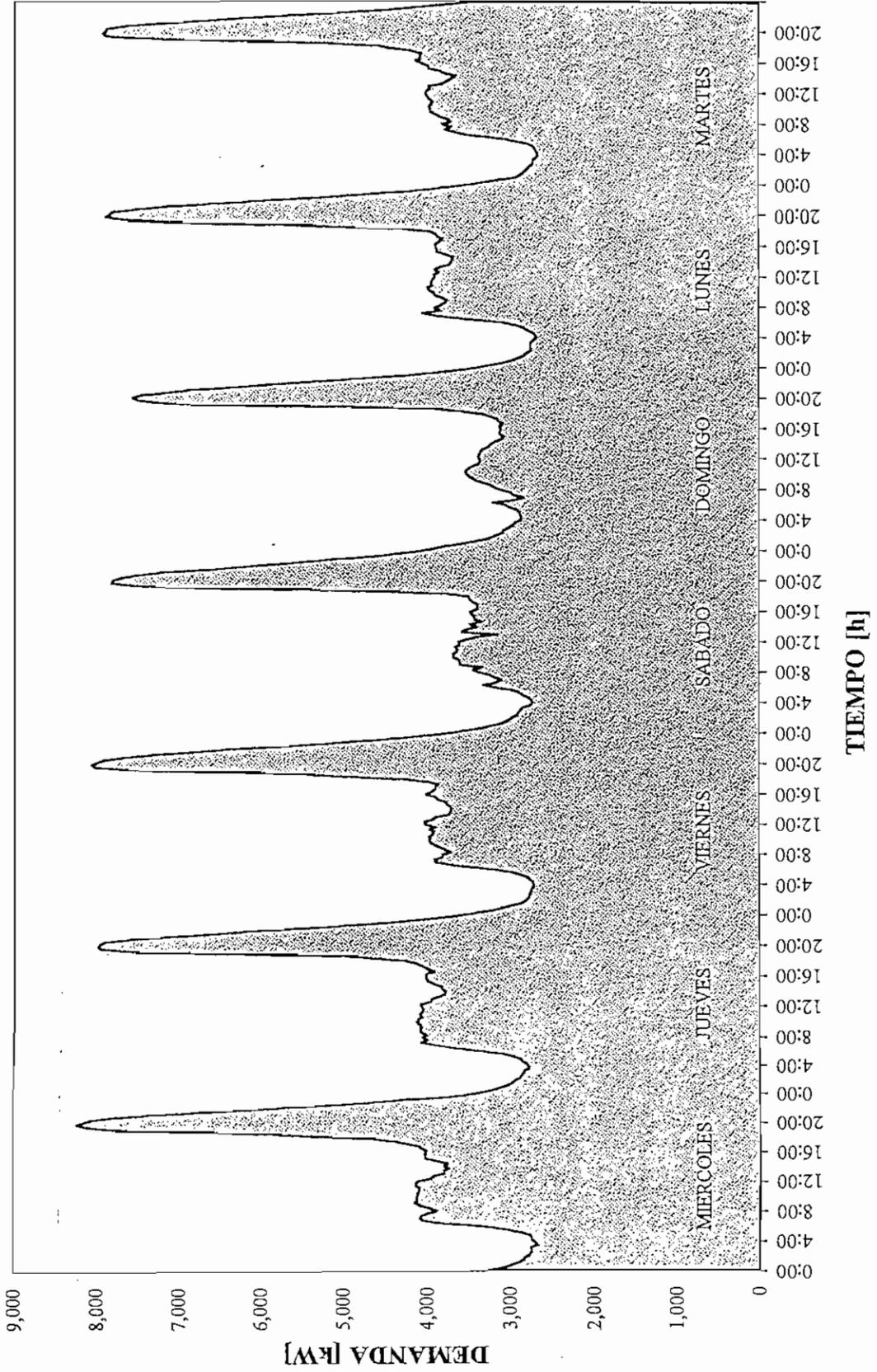


ANEXO 4.3.2

CURVA DE DEMANDA SEMANAL

S/E DIESEL

CURVA DE DEMANDA S/E DIESEL



ANEXO 4.3.3

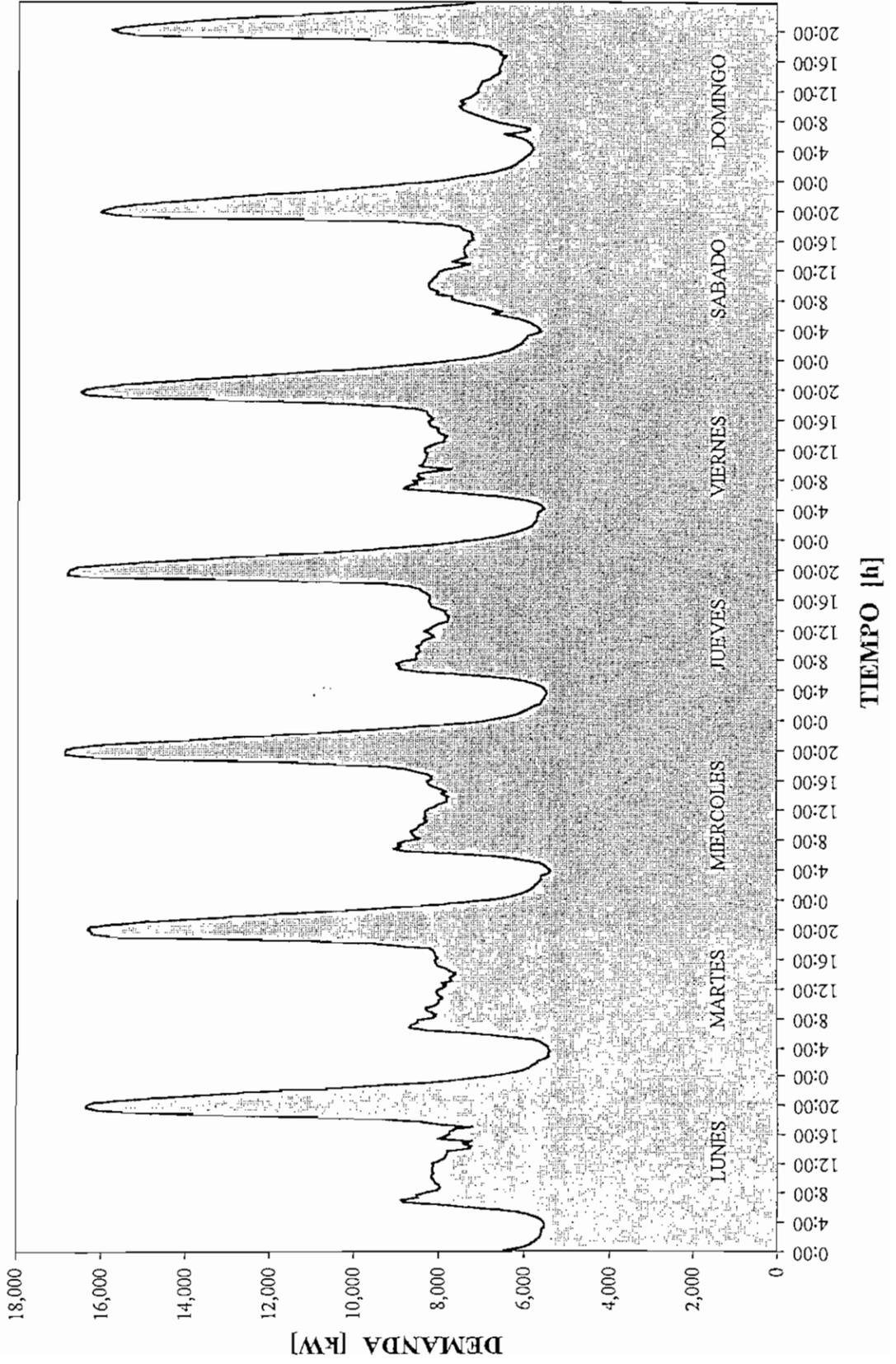
CURVA DE DEMANDA SEMANAL

SUMA DE LAS DOS SUBESTACIONES

ELECTRICAS

(EL RETORNO Y DIESEL)

CURVA DE DEMANDA DE LAS S/E (DIESEL Y EL RETORNO)



ANEXO 4.3.4

CURVAS DE DEMANDA SEMANAL DE PERDIDAS TECNICAS:

- **EN LA LINEA DE 34.5 kV ENTRE LAS S/E (ALPACHACA Y DIESEL)**
- **EN EL HIERRO Y COBRE DE LOS TRANSFORMADORES DE LA S/E DIESEL**

ANEXO 4.4

ENERGIA REGISTRADA ANUAL DE LOS USUARIOS PERTENECIENTES A LA CIUDAD DE IBARRA

PERDIDAS NO TECNICAS DE LA CIUDAD DE IBARRA (EMELNORTE S.A)
ENERGIA REGISTRADA DE LAS RUTAS DE LECTURA QUE PERTENECEN A IBARRA
PERIODO: 1 DE JULIO 1996 AL 30 DE JUNIO 1997

MES	AÑO	ENERGIA FACTURADA NORMALES Y ESPECIALES [kWh]	ENERGIA FACTURADA ALUMBRADO PUBLICO [kWh]	ENERGIA REGISTRADA DE IBARRA [kWh]
JULIO	1996	4,673,932	478,636	5,152,568
AGOSTO	1996	4,401,961	448,481	4,850,442
SEPTIEMBRE	1996	4,485,953	454,529	4,940,482
OCTUBRE	1996	4,788,686	486,496	5,275,182
NOVIEMBRE	1996	4,507,847	447,315	4,955,162
DICIEMBRE	1996	4,768,636	494,140	5,262,776
ENERO	1997	4,011,343	393,912	4,405,255
FEBRERO	1997	4,544,686	467,732	5,012,418
MARZO	1997	4,354,778	293,827	4,648,605
ABRIL	1997	4,753,993	332,437	5,086,430
MAYO	1997	4,687,030	321,404	5,008,434
JUNIO	1997	5,120,064	350,077	5,470,141
TOTAL		55,098,909	4,968,987	60,067,896

ENERGIA FACTURADA NORMALES Y ESPECIALES [MWh/año]: 55,099
ENERGIA FACTURADA ALUMBRADO PUBLICO [MWh/año]: 4,969
ENERGIA REGISTRADA DE IBARRA [MWh/año]: 60,068
NUMERO DE USUARIOS NORMALES DE IBARRA: 34,467
NUMERO DE USUARIOS ESPECIALES DE IBARRA: 120
NUMERO DE USUARIOS DE IBARRA: 34,587

REALIZADO POR: VINICIO HINOJOSA ORTIZ

ANEXO 4.5

**CUADRO DE DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS
DE LOS USUARIOS DE LA CIUDAD DE IBARRA
REALIZADO PARA EL MES DE JUNIO 1997**

PERDIDAS NO TECNICAS DE LA CIUDAD DE IBARRA (EMELNORTE S.A)
 CUADRO DE FRECUENCIAS PARA EL MES DE JUNIO 1997

USUARIOS NORMALES

RANGO DE CONSUMO : [500 a 99999] kWh

TARIFA : COMERCIAL Y SERVICIOS

MES : JUNIO 1997

TIPO DE TARIFA	NUMERO DE USUARIOS	CONSUMO [kWh]	Cons. Prom. [kWh]
ASISTENCIA SOCIAL	7	20,237	2,891
BOMBEO DE AGUA	5	3,600	720
BENEFICIO PUBLICO	26	40,616	1,562
COMERCIAL	188	185,892	989
COMERCIAL CON DEMANDA	41	75,258	1,836
ENTIDAD OFICIAL	40	62,728	1,568
OFICIAL CON DEMANDA	16	27,747	1,734
TOTAL NORMALES	323	416,078	1,288

USUARIOS ESPECIALES

RANGO DE CONSUMO : [500 a 99999] kWh

TARIFA : COMERCIAL Y SERVICIOS

MES : JUNIO 1997

TIPO DE TARIFA	NUMERO DE USUARIOS	CONSUMO [kWh]	Cons. Prom. [kWh]
ASITENCIA SOCIAL CON DEMANDA	1	10,296	10,296
BOMBEO DE AGUA	12	326,082	27,174
BENEFICIO PUBLICO	3	9,880	3,293
BENEFICIO PUBLICO CON DEMANDA	5	14,280	2,856
COMERCIAL	1	623	623
COMERCIAL CON DEMANDA	34	150,982	4,441
ENTIDAD DEPORTIVA	2	3,163	1,582
ENTIDAD OFICIAL	2	6,026	3,013
OFICIAL CON DEMANDA	10	57,856	5,786
TOTAL ESPECIALES	70	579,188	8,274
TOTAL NORMALES MAS ESPECIALES	393	995,266	2,532

USUARIOS NORMALES Y ESPECIALES

RANGO DE CONSUMO : [0 a 150] kWh

TARIFA : INDUSTRIAL

MES : JUNIO 1997

TIPO DE TARIFA	NUMERO DE USUARIOS	CONSUMO [kWh]	Cons. Prom. [kWh]
INDUSTRIAL ARTESANAL	145	4,842	33
TOTAL NORMALES	145	4,842	33
TOTAL ESPECIALES	-	-	-
TOTAL NORMALES MAS ESPECIALES	145	4,842	33

PERDIDAS NO TECNICAS DE LA CIUDAD DE IBARRA (EMELNORTE S.A)

CUADRO DE FRECUENCIAS PARA EL MES DE JUNIO 1997

USUARIOS NORMALES Y ESPECIALES

RANGO DE CONSUMO : [150 a 500] kWh

TARIFA : INDUSTRIAL

MES : JUNIO 1997

TIPO DE TARIFA	NUMERO DE USUARIOS	CONSUMO [kWh]	Cons. Prom. [kWh]
INDUSTRIAL ARTESANAL	148	35,787	242
TOTAL NORMALES	148	35,787	242
TOTAL ESPECIALES	-	-	-
TOTAL NORMALES MAS ESPECIALES	148	35,787	242

USUARIOS NORMALES

RANGO DE CONSUMO : [500 a 99999] kWh

TARIFA : INDUSTRIAL

MES : JUNIO 1997

TIPO DE TARIFA	NUMERO DE USUARIOS	CONSUMO [kWh]	Cons. Prom. [kWh]
INDUSTRIAL ARTESANAL	19	20,831	1,096
INDUSTRIAL CON DEMANDA	55	32,339	588
TOTAL NORMALES	74	53,170	719

USUARIOS ESPECIALES

RANGO DE CONSUMO : [500 a 99999] kWh

TARIFA : INDUSTRIAL

MES : JUNIO 1997

TIPO DE TARIFA	NUMERO DE USUARIOS	CONSUMO [kWh]	Cons. Prom. [kWh]
INDUSTRIAL DEMANDA 2	8	78,780	9,848
INDUSTRIAL CON DEMANDA	40	205,122	5,128
TOTAL ESPECIALES	48	283,902	5,915
TOTAL NORMALES MAS ESPECIALES	122	337,072	2,763

USUARIOS NORMALES

RANGO DE CONSUMO : [0 a 150] kWh

TARIFA : RESIDENCIAL

MES : JUNIO 1997

TIPO DE TARIFA	NUMERO DE USUARIOS	CONSUMO [kWh]	Cons. Prom. [kWh]
RESIDENCIAL	22,475	1,402,744	62
RESIDENCIAL TEMPORAL	4	207	52
SUMINISTROS	129	10,233	79
TOTAL NORMALES	22,608	1,413,184	63

**PERDIDAS NO TECNICAS DE LA CIUDAD DE IBARRA (EMELNORTE S.A)
CUADRO DE FRECUENCIAS PARA EL MES DE JUNIO 1997**

USUARIOS ESPECIALES

RANGO DE CONSUMO : [0 a 150] kWh

TARIFA : RESIDENCIAL

MES : JUNIO 1997

TIPO DE TARIFA	NUMERO DE USUARIOS	CONSUMO [kWh]	Cons. Prom. [kWh]
RESIDENCIAL TEMPORAL	1	75	75
TOTAL ESPECIALES	1	75	75
TOTAL NORMALES MAS ESPECIALES	22,609	1,413,259	63

USUARIOS NORMALES Y ESPECIALES

RANGO DE CONSUMO : [150 a 500] kWh

TARIFA : RESIDENCIAL

MES : JUNIO 1997

TIPO DE TARIFA	NUMERO DE USUARIOS	CONSUMO [kWh]	Cons. Prom. [kWh]
RESIDENCIAL	7,472	1,706,989	228
SUMINISTROS	197	47,532	241
TOTAL NORMALES	7,669	1,754,521	229
TOTAL ESPECIALES	-	-	-
TOTAL NORMALES MAS ESPECIALES	7,669	1,754,521	229

USUARIOS NORMALES Y ESPECIALES

RANGO DE CONSUMO : [500 a 99999] kWh

TARIFA : RESIDENCIAL

MES : JUNIO 1997

TIPO DE TARIFA	NUMERO DE USUARIOS	CONSUMO [kWh]	Cons. Prom. [kWh]
RESIDENCIAL	308	236,616	768
SUMINISTROS	11	6,257	569
TOTAL NORMALES	319	242,873	761
TOTAL ESPECIALES	-	-	-
TOTAL NORMALES MAS ESPECIALES	319	242,873	761

TOTAL ABONADOS NORMALES 34,467
TOTAL ABONADOS ESPECIALES 120
TOTAL ABONADOS IBARRA 34,587

REALIZADO POR: VINICIO HINOJOSA ORTIZ

ANEXO 4.6

RESULTADOS DE LA ENERGIA PERDIDA POR FRAUDE EN LAS MUESTRAS TOMADAS CON USUARIOS DE LA CIUDAD DE IBARRA

ANEXO 4.6.1

RESULTADOS DE LA ENERGIA PERDIDA POR FRAUDE EN LAS MUESTRAS

TARIFA: COMERCIAL – SERVICIOS

RANGOS DE CONSUMO:

(0-150) kWh/mes

(150-500) kWh/mes

(500-99999) kWh/mes

PERDIDAS NO TECNICAS DE LA CIUDAD DE IBARRA (EMELNORTE S.A)

COMPONENTE: FRAUDE

TARIFA: COMERCIAL Y SERVICIOS

RANGO DE CONSUMO: [0 - 150] kWh/mes

FECHA: OCTUBRE 1997 A FEBRERO 1998

No	NOMBRE	DIRECCION	CUENTA	TARIFA	NUMERO DE MEDIDOR	CONSUMO HISTORICO [kWh/mes]	CONSUMO REAL [kWh/mes]	ENERGIA PERDIDA [kWh/mes]	TIPO DE FRAUDE
1	Colegio Nacional Ibarra	Av. Mariano Acosta 14-27	45-160	BP	P-2592	85.4			
2	Pineda V Enrique	Juan Jaramillo 5-58	45-2240	C	B3-5134	91.0			
3	Jardín de Infantes UNE	Sánchez y Cifuentes 1-84	9-65	BP	M2-15149	20.2			
4	Centro de Formación La Merced	Borrero y Juan Montalvo	1-5801	EO	P-2669	14.0			
5	Jejatura Provincial de Imbabura	Colón 1-57	1-3970	EO	O-592	-			Sin servicio.
6	Colegio Seminario	Flores 5-51	5-1660	EO	4123	50.4			
7	Corte de Justicia	Roca fuerte 4-47	5-2390	EO	O-1369	1.0			Sin servicio.
8	Centro Agrícola	Oviedo Mutualista	6-4221	EO	I-269	108.2			
9	Montalvo Néstor	Pedro Moncayo 7-73	7-3585	C	M2-9000	75.6			
10	Prada Diamantino Jerónimo	Olmedo	7-3830	C	M2-9669	3.2	105.0	101.8	Separado el tambor.
11	Casa de la Cultura	Pedro Moncayo 7-13	7-3460	EO	O-1375	103.8			
12	Pagaduría Provincial	Sánchez y Cifuentes 10-72	7-4980	EO	C-309	38.0			
13	Teatro San Francisco	Juan Montalvo 7-30	1-3700	C	4330	50.0			
14	Seguro Social Campesino	García Moreno 9-27	10-3205	EO	P-3711	105.0			
15	Imprenta Municipal	Av. Víctor Guzmán 11-56	13-15320	EO	D-04	76.0			
16	Registro Civil de Imbabura	Sucre 6-24	5-4590	EO	O-169	137.2			
17	Estación de Bombeo	Yuyucocha	30-1600	BA	4533	105.4			Cambiar a tarifa R. Sellos rotos, puesto plástico en el disco.
18	Vásquez Carlos	Sánchez y Cifuentes 10-16	7-4870	C	M2-9927	132.4	169.0	36.6	Sellos rotos, puesto plástico en el disco.
19	Cervántez Rigoberto	Sánchez y Cifuentes 10-51	7-5100	C	C-372	131.6	529.0	397.4	Sellos rotos, puesto plástico en el disco.
20	Cevallos F María	Salinas 1-116	1-325	C	P 889	62.4			Cambiar a tarifa BP.
21	Padre Guardián Capuchino	J. Montalvo 6-104	1-3600	C	O-1907	109.8			
22	Benítez Ramírez César	J. Montalvo 9-114	1-4410	C	E-468	78.4			
23	Madera Fernando	Velasco 5-59	5-190	C	L-341	50.0			
24	García Arboleda Fernando	Padro Moncayo 4-35	5-750	C	B3-5196	67.8			
25	Erazo Andrade Luz	Av. Teodoro Gómez 5-56	2-385	C	M2-23410	36.2			
26	Burgos Isabel Matilde	Maldonado 11-33	4-730	C	P-5599	21.8			Cambiar a tarifa R.
SUBTOTAL						1,754.8		535.8	

PERDIDAS NO TECNICAS DE LA CIUDAD DE IBARRA (EMELNORTE S.A)

COMPONENTE: FRAUDE

TARIFA: COMERCIAL Y SERVICIOS

RANGO DE CONSUMO: [0 - 150] kWh/mes

FECHA: OCTUBRE 1997 A FEBRERO 1998

No	NOMBRE	DIRECCION	CUENTA	TARIFA	NUMERO DE MEDIDOR	CONSUMO HISTORICO [kWh/mes]	CONSUMO REAL [kWh/mes]	ENERGIA PERDIDA [kWh/mes]	TIPO DE FRAUDE
27	Sindicato de Choferes	Oviedo 4-14	4-1880	C	C-758	20.8	208.0	187.2	Zafado el puente de voltaje.
28	Rosero Melo Byron	José Nicolás Hidalgo 2-48	13-4460	C	M2-19309	63.0			
29	Guaygua Alfredo	Rumiñahui 4-211	31-610	C	O-1922	66.8			
30	Fertilizantes Kruger	L Cabezas Borja 2-34	11-1530	C	O-1911	14.8			
31	Audinar CIA LTDA.	Av. Rivadeneira 6-45	11-5000	C	P-3529	10.0			
32	Ruiz Terán Mercedes	Fray Vacas Galindo 2-86	14-220	C	M2-42198	40.3			
33	Villarreal Julio	Mercado Kiosko 37	14-690	C	7421	15.2			
34	Quiñipe Rosa María	Mercado Kiosko 74-75	14-5000	C	P-5547	129.3			
35	Industrias Ales CIA	Estuardo Almeida 1-11	12-980	C	P-1978	129.4			
36	Caicedo Muñoz	Elías Almeida 1-139	12-1217	C	M2-3728	77.0			
37	Ascurtar Narváez Flor	Av. Rivadeneira 7-51	12-4270	C	B3-5331	145.0			
38	Torres Fredy	Pedro Moncayo 8-54	7-5340	C	H-793	82.2	542.0	459.8	Sellos rotos, puesto plástico en el disco. Parte de la carga, conectada directamente.
39	Sánchez Enriquez Alfredo	Flores 11-03	11-4060	C	7579	-	48.0	48.0	
40	Hidrobo Rómel	Flores 1-121	1-2500	C	O-082	29.4			
SUBTOTAL						823.1		695.0	

PERDIDAS NO TECNICAS DE LA CIUDAD DE IBARRA (EMELNORTE S.A)

COMPONENTE: FRAUDE

TARIFA: COMERCIAL Y SERVICIOS

RANGO DE CONSUMO: [0 - 150] kWh/mes

FECHA: OCTUBRE 1997 A FEBRERO 1998

Nº	NOMBRE	DIRECCION	CUENTA	TARIFA	NUMERO DE MEDIDOR	CONSUMO HISTORICO [kWh/mes]	CONSUMO REAL [kWh/mes]	ENERGIA PERDIDA [kWh/mes]	TIPO DE FRAUDE
41	Díaz Quinteros Manuel	Flores y Rocafuerte	4-2100	C	M2-31067	0.8			Sin uso.
42	Tito Alfonso Leonidas	Pérez Guerrero 7-23	7-1895	C	M2-15413	94.2	377.0	282.8	Puesto plástico en el disco. Cambiar a tarifa R. Cambiar a tarifa EO.
43	Cachiguango Maigua Manuel	Miguel Leoro y Av. Sauces	24-6390	C	M2-44360	19.2			
44	Dirección de Educación	Maldonado 7-69	4-2480	BP	EEI-2109	26.6			
45	CECIM de Imbabura	Rocafuerte 8-60	4-5910	BP	M3-1923	80.0			
46	Escuela Angélica Hidrobo	Boliviar 1-62	6-50	BP	M2-9619	11.2			
47	Endara Germánico	Oviedo 8-24	7-4050	C	O-14	109.0			
48	García Arboleda Fernando	Pedro Moncayo 4-35	5-760	C	M2-28281	21.2			
SUBTOTAL						362.2		282.8	
TOTAL						2,940.1		1,513.6	

USUARIOS DE LA MUESTRA: 48

REALIZADO POR: VINICIO HINOJOSA ORTIZ

PERDIDAS NO TECNICAS DE LA CIUDAD DE IBARRA (EMELNORTE S.A)

COMPONENTE: FRAUDE

TARIFA: COMERCIAL Y SERVICIOS

RANGO DE CONSUMO: [150 - 500] kWh/mes

FECHA: OCTUBRE 1997 A FEBRERO 1998

Nº	NOMBRE	DIRECCION	CUENTA	TARIFA	NUMERO DE MEDIDOR	CONSUMO HISTORICO [kWh/mes]	CONSUMO REAL [kWh/mes]	ENERGIA PERDIDA [kWh/mes]	TIPO DE FRAUDE
1	Checa Benítez Pedro	Av. Teodoro Gómez 6-40	2-23	C	M2-28727	374.5			
2	Gortaire Zalamea Guillermo	Av. Teodoro Gómez 5-70	2-350	C	P-3490	357.2			
3	Gutiérrez Juan Carlos	Colón 8-57	7-2640	C	P-6714	183.8	299.0	115.2	Sellos rotos, puesto plástico en el disco.
4	Chasi María Laura	Obispo Mosquera 11-19	14-63026	C	M2-2625	346.0			
5	Flores Juan	Flores 10-73	11-690	C	P-448	176.2			
6	Caicedo Muñoz Juan M	Eliás Almeida 1-139	12-1215	C	M3-2534	401.2			
7	Quitroz Robles Edgar M.	J.Saldumbide 3-14	2-440	C	P-121	392.4			
8	Vinueza Eduardo	Cap.Monteros 2-19	30-10390	C	2480	351.8			
9	Bedón Sergio	Av.Atahualpa 19-167	30-320	C	M2-45641	215.4			
10	Coop.Transp. Iteroceánica	Mariano Acosta 12-65	14-238	C	P-3135	416.4	983.0	566.6	Puesto plástico en el disco.
11	Almeida Marco	Bolívar 6-22	6-631	C	O-1447	172.8			
12	Toctaquiza Villarreal Rosario	Av.Rivadeneira 5-38	11-4670	C	M2-33589	426.4			
13	García Valjejos Jorge	Av. teodoro Gómez y Egas	2-9000	C	M3-6063	192.4			
14	Erazo Aguilar José	Oviedo 10-75	11-1275	C	M2-18892	247.4			
15	Madera S José	Bolívar 8-02	6-1070	C	O-1475	474.8			
16	Colegio San Francisco	Oviedo 1-41	1-3340	C	8555	239.2			
17	Checa Benítez Pedro	Av. Teodoro Gómez 6-40	2-22	C	M2-28726	283.4			
18	Ortiz González Jorge	Flores 3-77	3-1131	C	M2-15660	234.2			
19	Días Quinteros Manuel	Flores 4-91	4-2252	C	M2-33725	173.8			
20	Herrera Báez Miguel	Pedro Moncayo y Pasaje	5-1070	C	B3-5256	350.8			
21	Alala Fuertes Rivadeneira	Olmedo 5-70	7-403	C	M2-16139	308.4			
22	Terán Carlos A	Olmedo 5-97	8-140	C	B3-4759	434.2			
23	Avila Uribe Milton	García Moreno 8-65	8-2960	C	P-4198	176.0			
24	Benavides Lima María	Rafael Troya 1-46	9-2265	C	M2-1082	326.6			
25	Carrasco Cocíos Miguel	Juan Montalvo 10-240	2-3510	C	P-5206	413.2			Cambiar a tarifa R.
26	Escuela Oviedo	Flores 1-97	1-1920	C	T4-1014	214.2			
SUBTOTAL						7,882.7		681.8	

PERDIDAS NO TECNICAS DE LA CIUDAD DE IBARRA (EMELNORTE S.A)

COMPONENTE: FRAUDE

TARIFA: COMERCIAL Y SERVICIOS

RANGO DE CONSUMO: [150 - 500] kWh/mes

FECHA: OCTUBRE 1997 A FEBRERO 1998

No	NOMBRE	DIRECCION	CUENTA	TARIFA	NUMERO DE MEDIDOR	CONSUMO HISTORICO [kWh/mes]	CONSUMO REAL [kWh/mes]	ENERGIA PERDIDA [kWh/mes]	TIPO DE FRAUDE
27	Escuela Troya	Grijalva 1-54	1-5841	BP	C-751	208.2			
28	Escuela 28 de Septiembre	Oviedo 5-14	5-1600	BP	EEL-030	184.8			
29	Iglesia Bautista Ibarra	Juan de Dios Navas 1-81	12-325	BP	P-7456	231.0			
30	Iglesia Virgen del Quinche	Sánchez y Cifuentes	15-6680	BP	N-700	489.6			
31	Colegio Peñaherrera	La Victoria	9-13975	BP	P-5973	281.0			
32	Escuela Pedro Moncayo	Av. Mariano Acosta 10-47	14-870	BP	A-6523	207.8			
33	Iglesia Evangélica	Colón 9-12	14-1320	BP	RI-1409	254.6			
34	Curia de Ibarra	Maldonado 14-119	3-5420	BP	M3-05249	487.0			
35	Bedón Aguirre Germán	Av. Cristóbal de Troya	13-2100	C	B3-5031	267.8			
36	Jefatura Prov. Imbabura LEA	Colón 1-57	1-3960	EO	O-921	150.2			
37	Colegio Fiscomisional Fatima	García Moreno	1-6190	EO	O-012	288.2			
38	Casa Comunal Municipio	María Hidrobo	4-4580	EO	M2-15733	272.6			
39	IERRAC	Roca fuerte 9-49	5-60	EO	O-98	287.6			
40	Naranjo Manuel	Sucre 10-93	5-7060	C	I18	230.4			
41	Casa Cuna L-Jaramillo	Borrero 3-52	4-3390	AS	A-7398	217.0			
42	Eduardo Garzón	Sánchez y Cifuentes 10-87	7-5010	C	T4-006	222.0	767.0	545.0	Zafado el puente de voltaje.
43	Cuerpo de Bomberos	Villamar 1-84	9-190	EO	O-1916	216.2			
44	Jefatura de Tránsito	Av. Jaime Roldós 1-79	9-510	EO	P-5224	476.0			
45	Delegación Seguro	García Moreno 9-27	10-3200	EO	O-1923	203.6			
46	Dávila Nelson	Velasco 7-51	6-2040	C	M2-9609	212.2			
SUBTOTAL						5,387.8		545.0	
TOTAL						13,270.5		1,226.8	

USUARIOS DE LA MUESTRA: 46

REALIZADO POR: VINICIO HINOJOSA ORTIZ

PERDIDAS NO TECNICAS DE LA CIUDAD DE IBARRA (EMELNORTE S.A)

COMPONENTE: FRAUDE

TARIFA: COMERCIAL Y SERVICIOS

RANGO DE CONSUMO: [500 - 999999] kWh/mes

FECHA: OCTUBRE 1997 A FEBRERO 1998

No	NOMBRE	DIRECCION	CUENTA	TARIFA	NUMERO DE MEDIDOR	CONSUMO HISTORICO [kWh/mes]	CONSUMO REAL [kWh/mes]	ENERGIA PERDIDA [kWh/mes]	TIPO DE FRAUDE
1	Varela Barcenas Angel	Sánchez y Cifuentes 8-74	7-4705	C	B3-5010	568.4	758.0	189.6	Sellos rotos, puesto plástico en el disco, remordido el cojinete superior.
2	Mier Méndez Susana	Av. Jaime Rivadeneira 2-28	12-1250	C	M2-38351	591.8			
3	Garzón Luis	Olmedo 11-40	7-1340	C	A-36	690.4	897.0	205.6	Sellos rotos, puesto un pedazo de tela en el disco.
4	Estadero Giralda	Juan Bonilla y Av. Atahua.	616-11040	CD	P-4426	4,086.2			
5	Coca Cola	Roca fuerte 13-108	2-910	C	4323	3,061.0			
6	Foto Express	García Moreno 7-10	8-115	C	B3-4804	738.2			
7	Mera T. Luis	Grijalva 3-49	4-3020	CD	C-722	735.4			
8	Moncayo V. Milton	Pedro Moncayo 7-41	7-3530	CD	A-337	2,021.8	3,155.0	1,133.2	Puesto plástico en el disco.
9	Hotel Montecarlo	Av. Jaime Rivadeneira	611-5376	CD	T4-5375	1,060.8			
10	Gasolinera La Florida	La Florida Panam. Sur	613-10000	CD	T4-5321	4,536.4			
11	Hotel Ajaví	Av. Mariano Acosta	613-23520	CD	P-7772	12,960.0			
12	Parra Jorge	Oviedo 5-45	5-1360	CD	I-22	894.4			
13	Endara Jorge	Colón 7-43	6-1380	C	P-5941	3,554.8			
14	Pérez Dávila Fabián	Bolívar 9-75	6-1710	C	P-5886	599.4			
15	Proaño H Fernando	Sucre 13-79	2-120	C	3351	526.0			
16	Fuentes Gabriel	G. Mistral y E. Almeida	45-210	CD	O-112	959.4			
17	Colegio Sánchez	Sucre y Ovispo Mosquera	5-5700	CD	J-5	508.6			
18	G.U.S.	Pedro Moncayo 7-11	607-4600	CD	T4-04700	5,602.2			
19	Cárdenas Salom	El Olivo	9-4760	CD	4238	2,128.0			
20	Tobar Durán Segundo	Bolívar 13-69	15-7810	C	M2-43231	538.3			
21	Oswaldo Luna	Av. Mariano Acosta	45-10640	C	2195	1,681.6			
SUBTOTAL						48,043.1		1,529.4	

PERDIDAS NO TECNICAS DE LA CIUDAD DE IBARRA (EMELNORTE S.A)

COMPONENTE: FRAUDE

TARIFA: COMERCIAL Y SERVICIOS

RANGO DE CONSUMO: [500 - 999999] kWh/mes

FECHA: OCTUBRE 1997 A FEBRERO 1998

No	NOMBRE	DIRECCION	CUENTA	TARIFA	NUMERO DE MEDIDOR	CONSUMO HISTORICO [kWh/mes]	CONSUMO REAL [kWh/mes]	ENERGIA PERDIDA [kWh/mes]	TIPO DE FRAUDE
22	Yépez Teresa	Bolívar 9-30	6-1191	C	O-1469	616.6			
23	Rueda Ramírez Jorge	Bolívar 6-79	6-5010	C	T4-5295	1,141.0			
24	Colegio Atahualpa	La Candelaria	30-9630	C	J-540	689.4			
25	Yépez Luis	Pedro Moncayo 9-16	10-2150	C	P-4840	891.0			
26	Equinorte	Av. Mariano Acosta 18-49	45-2450	CD	B3-04924	1,662.2			
27	Colegio Mariano Suárez	Guallupe	45-9000	BP	M3-05102	767.6			
28	Quiñónez Aguirre Sara	Chica Narváez 8-39	10-1440	C	P-7340	1,021.4			
29	Comercial Hidro CIA	Av. Mariano Acosta 20-108	48-12400	CD	236*563	2,068.6			
30	Quisipe Diego	Av. Cristóbal de Troya	48-12200	C	T4-5404	728.4			
31	Hirose Rocha Carlos	Av. Cristóbal Troya 9-169	48-9580	C	P-3875	656.4			
32	Suárez María	Oviedo 7-74	6-4760	C	N-723	733.8			
33	Villa Bolívar	Av. Pérez Guerrero 7-55	7-1970	C	A-4744	572.8			
34	Guevara de Solís Dolores	Velasco 8-44	7-3295	C	B3-05024	547.4			
35	Friego Express	Oviedo y Chica Narváez	7-5645	C	P-1514	1,631.4			
36	García Rosa	Flores 8-51	7-4370	C	EEL-6C	576.8			
37	Ecuacolor	Velasco 8-110	14-78015	C	B3-05017	1,192.4			
38	Echeverría Laura	Av. Mariano Acosta 10-06	14-78050	C	RF-1453	535.6			Borreras quemadas, cambiar de medidor. Cambiar a tarifa CD.
39	Hotel Inbaya Real	Pedro Moncayo 7-44	7-3690	C	4038	844.2			
40	Hidrobo Gabriel	Oviedo 10-37	11-1190	C	2958	1,149.8			
41	Guerra Andrade Consuelo	Flores 5-16	5-1810	C	T4-5213	2,311.0			
42	Recalde Erazo José	Rocafuerte 5-53	5-1870	C	4711	1,122.0			
43	Ferrindustrial	Pedro Moncayo 4-68	5-4950	C	8558	1,571.6			
44	Obundo Albán Víctor	Sucre 9-70	5-5460	C	M2-28700	593.2			
SUBTOTAL						23,624.6			
TOTAL						71,667.7		1,529.4	

USUARIOS DE LA MUESTRA: 44

REALIZADO POR: VINICIO HINOJOSA ORTIZ

ANEXO 4.6.2

RESULTADOS DE LA ENERGIA PERDIDA POR FRAUDE EN LAS MUESTRAS

TARIFA: INDUSTRIAL

RANGOS DE CONSUMO:

(0-150) kWh/mes

(150-500) kWh/mes

(500-99999) kWh/mes

PERDIDAS NO TECNICAS DE LA CIUDAD DE IBARRA (EMELNORTE S.A)

COMPONENTE: FRAUDE

TARIFA: INDUSTRIAL

RANGO DE CONSUMO: [0 - 150] kWh/mes

FECHA: OCTUBRE 1997 A FEBRERO 1998

Nº	NOMBRE	DIRECCION	CUENTA	TARIFA	NUMERO DE MEDIDOR	CONSUMO HISTORICO [kWh/mes]	CONSUMO REAL [kWh/mes]	ENERGIA PERDIDA [kWh/mes]	TIPO DE FRAUDE
1	Checa Farinango Gerardo	Salinas 3-62	1-5990	IA	2203	56.2			
2	Simbaña Gómez Milton	Tobías Mena y Roca	16-4900	IA	P-2100	120.4			
3	Torres Bedón Ramiro	Guillermo García 13-20	2-880	IA	P-7007	2.4			
4	Vaca José Rafael	Villacís 3-10	14-64040	IA	O-1833	114.3			
5	Ibarra Cevallos Simón	Zaldumbide 3-46	12-490	IA	M3-2508	49.2			
6	Cevallos Pinto Cruz	Piedad Gómez Jurado	648-10000	IA	T4-5722	59.5			
7	Bastidas Carlos	Velasco 5-35	5-160	IA	138	119.4			Cambiar a tarifa ID.
8	Flores Ramiro	Urb. La Campiña	2-7025	IA	P-982	127.2			
9	Toromoro Julio	Velasco 7-24	6-2590	IA	L5	31.6			
10	Pineda Vásquez Enrique	Alfonso Almeida 2-92	45-2010	IA	B3-5299	76.0			
11	Escobar Carlos	Olmedo 10-69	7-3030	IA	T4-5399	62.4			
12	Farinango Miguel	García Moreno 1-71	11-26000	IA	L-23	126.2			
13	Dávila Saa Marco	Oviedo 9-36	7-5700	IA	J-353	117.8			
14	Villaruel Patiño Mirian	Av. Roldós 9-42	13-520	IA	M2-14274	115.8			Cambiar a tarifa ID. Cambiar a tarifa C.
15	Montesdeoca A Car	Av. Teodoro Gómez 2-38	11-410	IA	D-013	51.6			Cambiar a tarifa ID.
16	Mejía Beatriz	Rafael Sánchez 8-66	23-19120	ID	O-1585	79.0			
17	Aguirre Pineda Julio	Pacha 10-29	31-3455	IA	B3-5512	39.0			
18	Fuentes Terán Segundo	Chica Narváez 6-22	10-710	IA	M2-10066	107.4			
19	Gordillo Boada Pedro	Av. Atahualpa 20-162	30-11400	IA	P-6934	60.6			
20	Días José Elías	Av. Vacas Galindo 4-70	14-84010	IA	D-038	44.6			
21	Echeverría Pedro	Oviedo 11-12	11-3750	IA	N-839	44.6			
22	Carrillo Aquilino	Sánchez y Cifuentes 4-69	8-3960	IA	C-012	121.0			
23	Portilla Magdalena	Chica Narváez 8-39	10-1400	IA	L-3	43.6			Cambiar a tarifa ID.
24	Valencia Rolando	Av. Atahualpa 26-117	32-6160	IA	M3-6128	71.8			
25	Checa Oswaldo V	Cotacachi	13-14920	IA	M3-5894	59.4			Sin uso.
26	Gordillo Blanca	Bartolomé García 5-119	23-6600	IA	M3-6157	87.0			
27	Marfinez Vicente	Av. Miranda Nicolalde 4-37	17-9260	IA	P-2918	81.8			
28	Loza Carlos	Av. Teodoro Gómez 12-18	15-8300	IA	CI-392	44.0			
29	Yépez de Cabrera Elsa	Av. Teodoro Gómez 9-42	15-8210	IA	M2-23863	42.0			Cambiar a tarifa ID.
30	Torres Almeida Oscar	Caranqui Plaza Atahualpa	31-100	IA	M3-6039	54.8			
SUBTOTAL						2,210.6			

PERDIDAS NO TECNICAS DE LA CIUDAD DE IBARRA (EMELNORTE S.A)

COMPONENTE: FRAUDE

TARIFA: INDUSTRIAL

RANGO DE CONSUMO: [0 - 150] kWh/mes

FECHA: OCTUBRE 1997 A FEBRERO 1998

Nº	NOMBRE	DIRECCION	CUENTA	TARIFA	NUMERO DE MEDIDOR	CONSUMO HISTORICO [kWh/mes]	CONSUMO REAL [kWh/mes]	ENERGIA PERDIDA [kWh/mes]	TIPO DE FRAUDE
31	Tana Aurelio F	Río Patate 2-64	26-5800	IA	B-94	124.2			Cambiar a tarifa R.
32	Castro Torres Wilson	Av. Los Sauces 2-102	24-5680	IA	M3-5451	0.7			Sin uso.
33	Valencia Galo	Río Daule 2-109	26-3100	IA	C-942	104.0			
34	Albán Ordóñez Gladys	A. Almeida y G. Mistral	45-280	IA	M3-1833	78.4	225.0	146.6	Medidor parado, bobina de corriente quemada.
35	Castillo Luis	Av. Mariano Acosta 22-27	45-8410	IA	P-1347	-			Sin uso.
36	Imbaquingo Ortega Fabián	Puyo 7-25	18-2600	IA	M3R-5021	-	373.0	373.0	Medidor parado, bobina de corriente quemada.
37	Alvarez Hugo Fernando	Azóquez 2-73	18-9150	IA	P-658	131.6			
SUBTOTAL						438.9		519.6	
TOTAL						2,649.4		519.6	

USUARIOS DE LA MUESTRA: 37

REALIZADO POR: VINICIO HINOJOSA ORTIZ

PERDIDAS NO TECNICAS DE LA CIUDAD DE IBARRA (EMELNORTE S.A)

COMPONENTE: FRAUDE

TARIFA: INDUSTRIAL

RANGO DE CONSUMO: [150 - 500] kWh/mes

FECHA: OCTUBRE 1997 A FEBRERO 1998

No	NOMBRE	DIRECCION	CUENTA	TARIFA	NUMERO DE MEDIDOR	CONSUMO HISTORICO [kWh/mes]	CONSUMO REAL [kWh/mes]	ENERGIA PERDIDA [kWh/mes]	TIPO DE FRAUDE
1	Checa Pedro Cel	Av. Teodoro Gómez 6-40	2-20	IA	B3-4767	319.0			Cambiar a tarifa ID.
2	Industria Inedecsa	Mejía	604-5170	IA	H-64	376.0			Cambiar a tarifa ID.
3	Espinosa Gustavo	Av. Mariano Acosta 22-184	48-12920	IA	CL-167	353.0			
4	Sampedro Jorge	Rfo Carvajal 2-46	12-2820	IA	A-9680	183.6			
5	Erazo V. Luis	Rfo Chimbo 2-108	26-3090	IA	O-1778	167.8			
6	Morán Arcenio	Olivo	9-4650	IA	M3-6070	233.0			
7	Chacón Miguel	Mejía 1-45	3-2251	IA	T4-04822	210.2			
8	Espinosa Jaime	Sucre 12-43	5-6090	IA	P-4978	225.6	312.0	86.4	Cambiar a tarifa R. Remordido el piñón.
9	Tobar Miguel A.	Princesa Pacha 7-56	31-45060	IA	CH-409	333.2			
10	Jara Guillermo	Sánchez y Cifuentes 3-23	8-5030	IA	O-1927	319.6			Cambiar a tarifa ID.
11	Montenegro Ayala W	Av. Critóbal de Troya 4-103	8-30020	IA	P-5955	410.4			Cambiar a tarifa ID.
12	Endara M. Jorge	Borrero 4-46	5-3270	IA	D-039	190.0			
13	Martínez Vásquez Alfredo	Olmedo 8-76	7-745	IA	OT-285	271.4			
14	Estévez Luis	Av. Rivadeneira 3-61	12-1460	IA	B3-5105	274.0			Cambiar a tarifa ID.
15	Industrias Metálicas Imbabura	Av. Teodoro Gómez	15-8070	IA	C-714	155.0			Cambiar a tarifa ID.
16	Villegas Luis	Sandoval Monge	648-11000	ID	T4-5382	339.4			
17	Pazmiño B. Silva	Bolívar 2-23	6-6850	ID	O-0008	398.2			
18	Cabrera Jorge	Antonio Cordero 2-60	14-66013	ID	8564	359.0			Cambiar a tarifa ID.
19	Brahan Cruz Antonio	Av. J. Vaca 9-102	13-14280	ID	N-623	434.4			Cambiar a tarifa ID.
20	Lubricadora Gran Colombia	Flores 15-13	11-6230	ID	T4-5141	462.2			
21	Almeida Eloy	Av. Rafael Nicolalde 2-25	17-7160	ID	3768	246.6			
22	Sánchez Hipólito	Francisco Bonilla 18-25	24-4980	IA	P-1747	274.4			Puerta cerrada.
23	Reina Herrera Fausto	Av. Los Sauces	24-16450	IA	M2-1574	342.6			
24	Sánchez G. Manuel	Av. Pérez Guerrero 8-80	14-2020	IA	2938	230.4			Puerta cerrada.
25	Córdova Carlos O.	Av. Atahualpa	16-2080	IA	B3-5096	359.6			
26	Farinango Segundo	Bolívar 13-96	15-180	IA	O-1557	185.4			
27	Terán Jaime	Rumiñahui 4-60	31-480	IA	O-1597	168.3			
28	Pincheo Pastas Manuel	Av. Atahualpa 18-251	16-2840	IA	N-69	253.4			
29	Rosero Cifuentes Mariana	Av. Eloy Alfaro 4-20	12-6520	IA	M3-6092	330.0			Cambiar a tarifa ID.
30	Enriquez Melo Román	Av. Cristóbal Troya 6-181	13-2560	IA	C-712	277.6			
SUBTOTAL						8,683.3		86.4	

PERDIDAS NO TECNICAS DE LA CIUDAD DE IBARRA (EMELNORTE S.A)

COMPONENTE: FRAUDE

TARIFA: INDUSTRIAL

RANGO DE CONSUMO: [150 - 500] kWh/mes

FECHA: OCTUBRE 1997 A FEBRERO 1998

Nº	NOMBRE	DIRECCION	CUENTA	TARIFA	NUMERO DE MEDIDOR	CONSUMO HISTORICO [kWh/mes]	CONSUMO REAL [kWh/mes]	ENERGIA PERDIDA [kWh/mes]	TIPO DE FRAUDE
31	Benítez Luis Alfonso	Benalcázar 1-47	24-4100	IA	O-78	213.8			
32	Carranco Luis	Calixto Miranda 4-126	23-740	IA	H-978	237.2			
33	Méndez Maspud Luis	San Cristóbal 2-10	20-110	IA	M3-5881	175.2			
34	Gordillo F. Homero	José Hidalgo 3-41	13-6720	IA	T3-1666	206.8			
35	López Sánchez Luis	Ovispo Mosquera 11-19	14-63020	IA	D-5	162.0			
36	Ayala Luis Gustavo	J. Andrade y Av. T. Gómez	24-240	IA	P-4939	164.2			
37	Reina Hugo T.	Toromoreno 5-20	15-6030	IA	3770	173.0			
SUBTOTAL						1,332.2			
TOTAL						10,015.5		86.4	

USUARIOS DE LA MUESTRA: 37

REALIZADO POR: VINICIO HINOJOSA ORTIZ

PERDIDAS NO TECNICAS DE LA CIUDAD DE IBARRA (EMELNORTE S.A)

COMPONENTE: FRAUDE

TARIFA: INDUSTRIAL

RANGO DE CONSUMO: [500 - 999999] kWh/mes

FECHA: OCTUBRE 1997 A FEBRERO 1998

Nº	NOMBRE	DIRECCION	CUENTA	TARIFA	NUMERO DE MEDIDOR	CONSUMO HISTORICO [kWh/mes]	CONSUMO REAL [kWh/mes]	ENERGIA PERDIDA [kWh/mes]	TIPO DE FRAUDE
1	Carrasco Cosíos Fabián	Juan Montalvo	602-111	ID	T4-3199	2,926.6			
2	Lima Mantilla	Av. Cristóbal Troya	608-8650	ID	T4-5015	608.0			
3	Castillo Luis	Rafael Troya 8-30	13-3360	ID	7596	1,020.0			
4	Tarsicio Vásquez	Av. 17 de Julio	609-4710	ID	T4-5377	626.2			
5	Carvajal	Guallupe	613-5430	ID	T4-04798	12,976.0			
6	Muñoz Antonio Luis	Cap. Borja 25-40	11-3850	ID	O-346	615.2			
7	Larrea Jarrín Wilson	Fray Vacas Galindo 2-44	14-160	ID	L-772	566.8			
8	Chagla S. Ernesto	Zaldumbide y Mejía	10-4790	ID	P-1191	679.2			
9	Argoti S Luis A.	Villasís 2-25	14-67015	ID	2163	601.0			
10	Mejía Segundo	Av. Cristóbal Troya 14-57	48-12180	ID	T-396	1,039.8			
11	Cárdenas Marín Alvaro	A. Cordero y R. Sánchez	15-6390	IA	P-4857	554.3			
12	Nelson Acosta	Chorlavi Panamericana	640-320	ID	9535	2,436.0			
13	Andrade Patricio	Hernán González de Saa	630-1950	I2	T4-5258	15,192.0			
14	Domínguez Acosta Cristóbal	Rafael Sánchez 5-138	23-18800	IA	M3-5766	619.5			
15	Uquillas Herrera Fernando	Tobías Mena	24-24110	IA	M3-6184	995.6			
16	Faz Caiza Mariela	Av. C. de Troya 10-189	48-8640	ID	O-086	795.8			
17	Almeida Nelson	Av. C. de Troya 10-169	48-10200	ID	P-5291	1,280.6			
18	Harrington Holden	La Florida	613-8068	ID	P-5804	1,813.8			
19	Ornaza Jaime Joel	Julio Andrade Y T. Gómez	15-8450	IA	T4-5155	1,341.0			
20	Vega Villagrán Edgar	Pasaje Juan Hernández	617-3583	ID	P-7691	6,500.0			
21	Murillo Cabezas Héctor	Camino de los Galeanos	46-80	ID	T4-5140	900.4			
22	Reyes Marcelo	La Florida	45-10440	ID	J-387	654.6			
23	Montenegro Efrén	Ernesto Sandoval	648-11200	ID	1235	3,813.4			
24	Acosta Alfonso	Luis Pérez 2-06	45-3440	ID	T4-5157	583.3	689.0	105.7	Cambiar a tarifa ID. Sellos rotos, separado el tambor.
25	Diario La Verdad	Flores 5-42	5-1760	ID	8559	984.2			
26	Revelo Villalba Nelson	Av. El Retorno y Bonilla	2-8500	IA	T4-875	626.3			
27	Yar Ruano Simón	Av. Cristóbal Troya 4-69	8-30060	ID	P-5835	551.4			
28	Gómez Jurado Mejía	Velasco 7-19	6-1970	IA	O-1284	1,900.4			
29	Guagalá Maldonado	Vargas Torres frente Hospi.	612-1500	ID	T4-5702	1,886.6			
SUBTOTAL						65,088.0		105.7	

PERDIDAS NO TECNICAS DE LA CIUDAD DE IBARRA (EMELNORTE S.A)

COMPONENTE: FRAUDE

TARIFA: INDUSTRIAL

RANGO DE CONSUMO: [500 - 999999] kWh/mes

FECHA: OCTUBRE 1997 A FEBRERO 1998

Nº	NOMBRE	DIRECCION	CUENTA	TARIFA	NUMERO DE MEDIDOR	CONSUMO HISTORICO [kWh/mes]	CONSUMO REAL [kWh/mes]	ENERGIA PERDIDA [kWh/mes]	TIPO DE FRAUDE
30	Arciniega Jácome René	El Olivo	9-4420	IA	C-717	559.4			Cambiar a tarifa ID.
31	Ilena	Mejía	604-5165	ID	T4-5703	1,773.2			
32	Villagrán Espín Carmen	Av. Perimetral y Ambato	19-3217	IA	B3-5319	1,941.8			Cambiar a tarifa ID.
33	Castillo Chamba Segundo	Ambato Huertos Azaya	20-4030	IA	B3-5383	1,862.6			Cambiar a tarifa ID.
34	Villegas Fausto	Azaya Huertos Familiares	20-3490	ID	10264	522.0			
35	Mantilla Luis	13 de Abril	20-27040	IA	M3-6094	720.6			
SUBTOTAL						7,379.6			
TOTAL						72,467.6		105.7	

USUARIOS DE LA MUESTRA: 35

REALIZADO POR: VINICIO HINOJOSA ORTIZ

ANEXO 4.6.3

RESULTADOS DE LA ENERGIA PERDIDA POR FRAUDE EN LAS MUESTRAS

TARIFA: RESIDENCIAL

RANGOS DE CONSUMO:

(0-150) kWh/mes

(150-500) kWh/mes

(500-99999) kWh/mes

PERDIDAS NO TECNICAS DE LA CIUDAD DE IBARRA (EMELNORTE S.A)

COMPONENTE: FRAUDE

TARIFA: RESIDENCIAL

RANGO DE CONSUMO: [0 - 150] kWh/mes

FECHA: OCTUBRE 1997 A FEBRERO 1998

Nº	NOMBRE	DIRECCION	CUENTA	TARIFA	NUMERO DE MEDIDOR	CONSUMO HISTORICO [kWh/mes]	COMSUMO REAL [kWh/mes]	ENERGIA PERDIDA [kWh/mes]	TIPO DE FRAUDE
1	Reyes Juan	Bolívar 3-28	6-350	R	A139	-	260.0	260.0	Zafado el puente de voltaje.
2	Dueñas Fausto	Borrero 8-64	8-3800	R	B-644	13.4			
3	Calderón Andino Exequias	Zumba 7-06	18-3510	R	M2-15768	144.2			
4	Mena Jara Angel	Angel Meneses 1-116	13-260	R	A-9291	5.4			
5	Andrade Latoro	Luis Vargas 3-25	12-5000	R	2807	116.6			
6	Valverde Rita	Elías Almeida 1-49	12-1070	R	M2-5709	131.0			
7	Realpe Darío Luis	C. Borja 3-62	11-1910	R	1499	75.6			
8	Guerrón Aída G	Gríjalva 9-18	10-3540	R	1254	130.2			
9	Vizcaino León Rodrigo	Río Chumbo 4-17	26-4560	R	E-476	87.6			
10	Nazate Alba María	Rocafuerte 3-50	4-5310	R	N-01	134.4			
11	Maña Plutarco	Pedro Rodríguez 2-80	11-490	R	O-1305	77.6	243.0	165.4	Puesto papel en el disco, dado de beja.
12	Quiñónez Bertha	Urb. Pílanqui M19 C22	45-5930	R	M2-36241	120.0			
13	Marbeco	Villamar 1-98	9-130	R	P-6821	19.6			
14	Marínez Vicente	Sánchez y Cifuentes 1-84	9-60	R	P-655	118.0			
15	Bastidas Ruiz Alfonso	Ramón Alarcón 3-206	13-4500	R	M2-16122	63.8			
16	Ortiz María B	Av. Mariano Acosta 11-50	14-43	R	6611	42.6			
17	Carrera Tonpanta Luis	Mercado Amazonas-Espejo	14-7500	R	M2-36994	30.0			
18	Cervantes Segundo	Av. Atahualpa 18-226	18-226	R	M2-13788	75.8			
19	Carvajal Lucía	Pascal Monge 4-44	17-3500	R	E-1948	31.0			
20	Morales Miryam	J Vinuesa 1-100	10-6440	R	3842	67.8			
21	Morales Cárdenas Luis	Santa Isabel 13-18	18-510	R	M2-9660	91.2			
22	Chalá Gonzalo	Cuenca 2-19	19-130	R	A-8858	88.8			
23	Morales Virginia	Pefaherrera 3-15	6-79-50	R	P-1873	113.6			
24	Ortega A Luis	Zamora 6-69	19-3520	R	1440	30.0			
SUBTOTAL						1,808.2		425.4	

PERDIDAS NO TECNICAS DE LA CIUDAD DE IBARRA (EMELNORTE S.A)

COMPONENTE: FRAUDE

TARIFA: RESIDENCIAL

RANGO DE CONSUMO: [0 - 150] kWh/mes

FECHA: OCTUBRE 1997 A FEBRERO 1998

Nº	NOMBRE	DIRECCION	CUENTA	TARIFA	NUMERO DE MEDIDOR	CONSUMO HISTORICO [kWh/mes]	COMSUMO REAL [kWh/mes]	ENERGIA PERDIDA [kWh/mes]	TIPO DE FRAUDE
25	López López Aida	Bartolomé García 7-40	23-4520	R	1792	103.8			Cambiar a tarifa C.
26	Rivera Vásquez Carmen	Sánchez y Cifuentes 18-54	23-8100	R	A-656	18.4			
27	Subia Rufo	Av. Peñaherrera 3-23	6-7931	S	4528	43.6			
28	Munoz Facundo	Av. 17 de Julio	9-7790	R	1292	101.2			
29	Chimarro Acero Aurelia	M. Narváez	8-15040	R	K-741	-			Sin uso.
30	Maya Galo	Av. Víctor Guzmán 3-39	17-1020	S	4525	145.8			
31	Rojas Eduardo	Juan Montalvo 10-65	2-3210	S	M2-8725	129.2			
32	Salcedo José Climaco	José Cevallos 4-66	15-5680	S	P-50	62.8			
33	Cobos Ricardo	Av. Teodoro Gómez 6-16	2-70	S	A-728	66.2			
34	Vivas Segundo	Mianta 7-39	18-11410	S	A-8885	29.4			
35	Ayala Pedro Segundo	General Rumiñahui 4-96	31-550	S	3096	105.4			
36	Herrera Edgar	Cooperativa Emelnorte	17-21240	S	M2-32964	64.4			
37	Tito Fabiola	Av. Teodoro Gómez 2-28	2-2930	R	M2-8848	119.2			
38	Martínez María Consuelo	Av. Eloy Alfaro 1-02	11-150	R	P-7494	104.4			
39	Carlozama Ramiro	Macas 6-31	19-1722	S	P-5604	96.6			Sin uso.
40	De La Vega Lourdes	G. García 14-126	3-4665	R	M2-38921	4.2			
41	Herrería Ruano Juan	Andrés Bello 1-37	11-910	R	M2-36999	39.4			
42	Ponce Alemán Luis Alberto	Colón 7-48	6-1641	R	O-1458	83.8	130.0	46.2	Sellos rotos, puesto plástico en el disco. Cambiar a tarifa C.
43	Pozo Luz María	Coloán 8-44	7-2850	R	M2-9837	99.8			
44	Torres P José	Río Aguarico	26-6420	R	P-7140	65.4			
45	Aguirre Julio Rafael	Río Vices	23-6300	S	M3-6152	72.6			
46	Sánchez Liva Consuelo	Ovispo Mosquera 3-66	3-5771	S	M3-2580	14.2			Sin uso.
47	Carlosama José Elías	Transversal 1	18-210	S	M2-28918	122.8			
48	Ascunlar Narváez Flor	Pedro Rodríguez 2-12	11-400	R	M3-6726	9.0			Sin uso.
49	Huera Arteaga José	J. Vinuesa 1-18	10-6350	R	412	28.0			
SUBTOTAL						1,729.6		46.2	
TOTAL						3,537.8		471.6	

USUARIOS DE LA MUESTRA: 49

REALIZADO POR: VINICIO HINOJOSA ORTIZ

PERDIDAS NO TECNICAS DE LA CIUDAD DE IBARRA (EMELNORTE S.A)

COMPONENTE: FRAUDE

TARIFA: RESIDENCIAL

RANGO DE CONSUMO: [150 - 500] kWh/mes

FECHA: OCTUBRE 1997 A FEBRERO 1998

No	NOMBRE	DIRECCION	CUENTA	TARIFA	NUMERO DE MEDIDOR	CONSUMO HISTORICO [kWh/mes]	CONSUMO REAL [kWh/mes]	ENERGIA PERDIDA [kWh/mes]	TIPO DE FRAUDE
1	Hidrobo Gerardo	Flores 1-121	1-2490	R	M2-8514	188.5			Cambiar a tarifa C.
2	Pérez Rafael Alberto	Colón 8-19	7-2550	R	P-5727	114.2	204.0	89.8	Parte de la carga, conectada directamente.
3	Caicedo Muñoz Juan	Elias Almeida 1-139	12-1235	R	M2-21632	218.0	498.0	280.0	Puesto plástico en el disco.
4	Dávila Diego Patricio	Oviedo 8-10	7-4090	R	M2-9904	180.6	335.0	154.4	Puesto plástico en el disco.
5	Flor Montanero Narciza	Salinas 1-30	1-80	R	M2-3863	216.8			
6	Cobos Proaño Segundo	Av. Teodoro Gómez 6-16	2-55	R	B3-5428	166.2			
7	Lima Segundo	San Salvador 4-35	20-3350	R	O-1532	206.4			
8	Guerrero Francisco	Colombia	17-4980	R	O-1909	157.8	235.0	77.2	Disco torcido.
9	Pineda Manuel	Av. Atahualpa 14-101	16-420	R	4693	278.0			
10	Chuquín Martha	Larrea 4-26	15-3580	R	9355	163.2			
11	Revelo Pedro	Bolívar 10-98	15-1120	R	P-3024	177.4			
12	Males Quinche Rosa	Bolívar 13-132	15-40	R	M2-28417	179.0			
13	Muñoz Rodríguez María	Sánchez y Cifuentes 11-55	14-1290	R	P-1834	293.4			
14	Vega Edgar Efraín	Juan Hernández 2-217	13-100	R	P-6185	394.0			
15	Acosta Wilson	Eloy Alfaro 1-67	12-140	R	5876	220.8			
16	Delgado Jarumilo María	Eloy Alfaro 1-14	11-250	R	P-7513	166.8			
17	Salas M. Susana	Chica Narváez 6-84	10-810	R	1305	253.2			
18	Maiquín Julio	Pedro Rodríguez 1-21	10-4500	R	M2-67	240.2			
19	Gómez Jurado Frank	Velasco 7-19	6-1960	R	H-976	289.8			
20	Cerda Moreno Marco	Av. Teodoro Gómez 15-21	24-105	R	M2-850	248.8			
21	Pineda Males Luis	Calixto Miranda 3-10	23-40	R	P-4850	422.0			
22	Andrade Juan Gabriel	Jaramillo Pérez 3-69	45-6999	R	N-745	205.8			
23	Arciniegas Paspuel Teresita	Luis Villamar 4-47	10-7035	S	M2-17545	164.4			
24	Carlosama Martha	Duchisela	32-7870	S	P-2475	289.6			
25	Negrata Teresa	Av. Eloy Alfaro 1-04	11-130	S	O-1878	216.4			
26	Toapanta María	Colón 8-56	7-2780	R	P-324	457.0			
27	González P. Carlos	Eduardo Almeida 1-96	24-2080	R	O-1201	210.0			
SUBTOTAL						6,318.3		601.4	

PERDIDAS NO TECNICAS DE LA CIUDAD DE IBARRA (EMELNORTE S.A)

COMPONENTE: FRAUDE

TARIFA: RESIDENCIAL

RANGO DE CONSUMO: [150 - 500] kWh/mes

FECHA: OCTUBRE 1997 A FEBRERO 1998

No	NOMBRE	DIRECCION	CUENTA	TARIFA	NUMERO DE MEDIDOR	CONSUMO HISTORICO [kWh/mes]	CONSUMO REAL [kWh/mes]	ENERGIA PERDIDA [kWh/mes]	TIPO DE FRAUDE
28	Brito Arias Nancy	Sánchez y Cifuentes 19-126	23-8500	R	P-220	359.8			
29	Morales César	Colón 4-09	4-20	R	L-21	159.6			
30	López López Aida	Bartolomé García 7-30	23-4500	R	M3-1831	343.2			
31	Méndez Víctor	Uruguay 1-40	17-6580	S	P-4793	280.8			
32	Hinojosa Carlos Darío	Av. Atahualpa 27-102	32-1990	S	M3-6166	431.2			
33	Salazar Salcedo Rosa	Antonio Cordero 7-76	23-15900	R	P-7661	262.8			
34	Grijalva Octavio	Pedro Rodríguez 3-52	11-570	R	M2-12996	185.6			
35	Andrade S. Roberto	Río Daule 1-92	26-2530	R	P-2082	315.0			
36	Farinango T. Luis	Calixto Miranda 3-160	23-340	R	P-477	417.2			
37	Godoy Campo Elías	Tungurahua 4-95	18-14930	S	O-1625	326.2			
38	Cacuango Germánico	Sucre 2-47	5-9400	S	1084	246.5			
39	Ron T. José R.	Emilio Grijalva 17-40	24-5240	R	P-2106	348.0			
40	Galárraga Valencia Martha	Galo Larrea 1-86	9-3535	R	M2-411	197.6			
41	Acosta Palomeque María	Av. Pérez Guerrero 7-58	7-2230	R	P-2758	462.7			Cambiar a tarifa C.
42	Beatriz Ortiz	Pablo Anibal 2-73	17-23750	R	P-1806	262.0			
43	Perugachi V. Fanny	Río Paztaza 2,17	26-3790	R	C-582	240.0			
44	Toapanita María Rocío	Colón 8-56	7-2780	R	P-324	449.2			
45	Endara L. Fausto	Elías Almeida 9-104	48-4270	R	P-277	407.8			
46	Garzón Edgar	J. Miguel Vaca	20-8745	R	2366	226.0			
47	Andrade Jiménez Inés	Sucre 14-85	2-9038	R	M3-6486	164.8			
48	Hayek Bolívar Saúl	Pablo Anibal 2-69	17-23760	R	P-5296	454.4			
49	Palma Víctor	Maldonado 7-25	4-2580	R	N-699	343.6			
SUBTOTAL						6,884.0			
TOTAL						13,202.3		601.4	

USUARIOS DE LA MUESTRA: 49

REALIZADO POR: VINICIO HINOJOSA ORTIZ

PERDIDAS NO TECNICAS DE LA CIUDAD DE IBARRA (EMELNORTE S.A)

COMPONENTE: FRAUDE

TARIFA: RESIDENCIAL

RANGO DE CONSUMO: [500 - 999999] kWh/mes

FECHA: OCTUBRE 1997 A FEBRERO 1998

No	NOMBRE	DIRECCION	CUENTA	TARIFA	NUMERO DE MEDIDOR	CONSUMO HISTORICO [kWh/mes]	CONSUMO REAL [kWh/mes]	ENERGIA PERDIDA [kWh/mes]	TIPO DE FRAUDE
1	Carvallo Amador Raúl	Gómez Jurado 5-52	45-460	R	P-4846	600.2			
2	Cevallos Nely V	Calixto Miranda 5-104	23-1020	R	5828	814.4			
3	Acosta Marcelo	Juan de la Roca 3-60	45-3690	R	P-1498	567.4			
4	Reyes Terán Oswaldo	Av. M. Acosta (Pílanqui)	48-510	R	B3-5145	742.2			Cambiar a tarifa C.
5	Vásquez Inés	Av. Mariano Acosta 23-32	48-13101	R	C-0011	856.8			
6	Zambrano Luis	Av. Teodoro Gómez 1-88	2-3830	S	M2-8947	564.2			
7	Cevallos T. Mery	Carlos Merlo 3-46	48-8120	R	P-4924	708.2			
8	Galárraga Cabezas Gaio	Cristóbal Tobar 3-20	48-7940	R	C-1080	549.0			
9	Herrera Fabián	Av. Mariano Acosta 18-24	48-7780	R	J-336	510.8			
10	Merlo J. Alfonso	Av. Mariano Acosta 17-24	48-7700	R	H-4	644.4			Cambiar a tarifa C.
11	Herrera Dávila Germán	Juan Genaro Jaramillo 4-19	48-7640	R	B3-5303	605.8			
12	Navas Rodrigo	Juan Genaro Jaramillo 4-09	48-7620	R	O-1296	504.4			
13	Proaño Fernando	Cristóbal Tobar 2-34	48-7500	R	T4-5453	750.5			
14	Iturralde Luis E.	Carlos Merlo 2-50	48-7260	R	J-748	698.0			
15	Baquero Fernando	Juan Genaro Jaramillo 2-61	48-7220	R	5808	679.6			
16	Endara Pablo Arturo	Juan Genaro Jaramillo 1-10	48-7020	R	J-481	631.8			
17	Hidrobo Angel P.	Juan Genaro Jaramillo 3-28	48-4600	R	B3-5302	666.8			
18	Dávila Consuelo D.	Elías Almeida 9-92	48-4260	R	10251	1,045.8			
19	Michelena Rafael	Av. Mariano Acosta 21-127	45-6970	R	6101	523.4			
20	Herrera Germán	J. Jaramillo 4-19	48-7640	R	B3-5303	605.8			
21	Vásquez Ermila	A. Almeida 2-28	45-2040	R	J-883	540.6			
22	Yépez Fausto	Cristóbal Tobar Subía 2-66	48-7520	R	CF-314	543.6			
23	Revelo Villalba Nelson	Av. El Retorno y Ronquillo	2-8505	R	B3-5130	566.6			
24	Figueroa Enriquez Franklín	Av. Cristóbal Troya 9-160	48-8980	R	M3-5039	1,028.2			
25	Armas A. Laura	Fray Bartolomé 4-60	45-2570	R	P-471	627.5			
26	Anador Wilson	Juan Genaro Jaramillo 3-25	48-7360	R	5820	548.2			
27	Iturralde Luis	Jenaro Jaramillo 4-46	48-4510	R	O-1751	826.4			
28	Rojas Jorge	Juan de la Roca 3-60	45-3690	R	P-14998	559.0			
29	Andrade Teresa	Chica Narváez 4-87	10-3280	R	3218	529.4			
30	Proaño Fernando	Sucre 13-79	2-130	R	N-850	614.2			
SUBTOTAL						19,653.2			

PERDIDAS NO TECNICAS DE LA CIUDAD DE IBARRA (EMELNORTE S.A)

COMPONENTE: FRAUDE

TARIFA: RESIDENCIAL

RANGO DE CONSUMO: [500 - 999999] kWh/mes

FECHA: OCTUBRE 1997 A FEBRERO 1998

No	NOMBRE	DIRECCION	CUENTA	TARIFA	NUMERO DE MEDIDOR	CONSUMO HISTORICO [kWh/mes]	CONSUMO REAL [kWh/mes]	ENERGIA PERDIDA [kWh/mes]	TIPO DE FRAUDE
31	Godoy Méndez José	Puyo 3-69	20-12000	S	6179	524.2			
32	Yépez Jorge	Borrero 9-76	10-3930	R	H-1	697.6			
33	Villalba Sevilla Ricardo	Ch. Narváez y P. Moncayo	10-1384	R	M2-28702	669.6			
34	Munoz Humberto	Grijalva 5-77	5-8561	R	M2-1074	523.0			
35	Almeida Miguel	Oviedo 3-58	3-911	R	M2-9209	571.0			
36	Arturo Marcelo	Velasco 8-50	7-3240	R	T4-65	736.6			
37	Villacrés Segundo	Sánchez y Cifuentes 4-62	8-2500	R	M2-10059	564.4			
38	Vásquez B. Baldemar	Av. Cristóbal Troya 6-34	10-4870	R	P-3709	590.6			
39	Chan Huan Iván	Av. Teodoro Gómez 11-47	23-15220	R	5809	578.4			Cambiar a tarifa ID.
40	Loza Adalberto Atahualpa	Elias Almeida 1-26	12-925	R	M2-18947	532.4			Cambiar a tarifa C.
41	Delgado Edmundo	Río Aguarico 5-83	26-7820	R	O-046	554.4			
42	Aguinaga Egas Luis	V. Gómez Jurado 3-29	48-4840	R	P-5479	660.0			
43	Ortiz Arturo	Av. Critóbal Troya 11-78	48-8400	R	I-32	710.0			
SUBTOTAL						7,912.2			
TOTAL						27,565.4			

USUARIOS DE LA MUESTRA: 43

REALIZADO POR: VINICIO HINOJOSA ORTIZ

ANEXO 4.6.4

RESULTADOS DE LA ENERGIA PERDIDA POR FRAUDE EN LAS MUESTRAS TOMADAS PARA LOS USUARIOS DE LA CIUDAD DE IBARRA

TARIFAS:

COMERCIAL – SERVICIOS

INDUSTRIAL

RESIDENCIAL

RANGOS DE CONSUMO:

(0-150) kWh/mes

(150-500) kWh/mes

(500-99999) kWh/mes

PERDIDAS NO TECNICAS DE LA CIUDAD DE IBARRA (EMELNORTE S.A)

COMPONENTE: FRAUDE

FECHA: OCTUBRE 1997 A FEBRERO 1998

TARIFA	MUESTRAS		NUMERO DE USUARIOS DE LA MUESTRA	ENERGIA FACTURADA [kWh/mes]	PERDIDAS DE ENERGIA [kWh/mes]	PERDIDAS POR FRAUDE [MWh/año]
	RANGO DE CONSUMO [kWh/mes]					
COMERCIAL - SERVICIOS	0-150		48	2,940.1	1,513.6	18.16
	150-500		46	13,270.5	1,226.8	14.72
	500-999999		44	71,667.7	1,529.4	18.35
INDUSTRIAL	0-150		37	2,649.4	519.6	6.24
	150-500		37	10,015.5	86.4	1.04
	500-999999		35	72,467.6	105.7	1.27
RESIDENCIAL	0-150		49	3,537.8	471.6	5.66
	150-500		49	13,202.3	601.4	7.22
	500-999999		43	27,565.4	-	-
TOTAL		388	217,316.3	6,054.5	72.66	

USUARIOS DE LAS MUESTRAS: 388

REALIZADO POR: VINICIO HINOJOSA ORTIZ

ANEXO 4.7

RESULTADOS DE LA ENERGIA PERDIDA POR ERRORES EN MEDIDORES EN LA MUESTRA TOMADA DE LOS USUARIOS DE IBARRA

PERDIDAS NO TECNICAS DE LA CIUDAD DE IBARRA (EMELNORTE S.A.)
 COMPONENTE: ERRORES EN MEDIDORES
 FECHA: DICIEMBRE 1997

No	NOMBRE	DIRECCION	CARACTERISTICAS DEL MEDIDOR							ENERGIA FACTUR. [kWh/mes]	ENERGIA CONSUMIDA		ENERGIA PERDIDA [kWh/mes]	OBSERVACIONES
			MEDIDOR	TARIFA	FASES	IJA	CLASE	kh [Wh/rev]	ERROR [%]		REAL [kWh/mes]			
1	Guevara Jorge	Av. 17 de Julio 6-40	8488	S	1	15-75	2	2.0	228.8	-5.6	237.0	8.2		
2	Canchas Consejo Prov.	Cdla. Consejo Prov.	E3-5367	BP	1	15-120	2	1.2	139.0	0.6	139.0	0.0		
3	Escuela Analuisa Leoro	Av. Jaime Rivadeneira	6149	BP	1	15-75	2	4.2	402.6	-6.4	420.2	17.6		
4	Correos del Ecuador	Salinas 6-70	M3-2533	EO	1	15-100	2	3.6	250.0	2.2	249.5	-0.6		
5	SS - HH Montalvo	Montalvo 10-161	EIB-026	EO	1	10-40	2	4.2	278.6	-6.2	290.3	11.7		
6	Lavandería Tahuando	Río Tahuando	O-889	EO	1	10-20	2	4.2	176.4	2.7	175.2	-1.2		
7	Recalde Luis	La Victoria	G-35	R	1	10-40	2	1.2	27.6	-9.1	29.6	2.0		
8	Montesdeoca Celia	Bolívar 7-53	3645	CD	3	30-120	2	10.0	1,940.6	-3.0	1,959.6	19.0		
9	Herrera Baz Míguel	Pedro Moncayo 4-12	E3-5257	C	3	15-120	2	7.2	8.0	0.0	8.0	0.0		
10	Colegio Sánchez	Sucre y Obispo M.	T4-0008	CD	3	30-120	2	10.0	949.2	1.0	949.2	0.0		
11	Robby Jorge	Oviedo 2-79	A-156	IA	1	15-75	2	4.2	170.6	0.5	170.6	0.0		
12	Pacilla Vicente	Flores 8-37	O-1921	IA	1	10-30	2	0.8	160.4	1.3	160.4	0.0		
13	Caicedo Muñoz Juan	Elías Almeida 1-139	M2-3729	C	1	15-100	2	1.8	68.5	0.3	68.5	0.0		
14	Díaz Quinteros Manuel	Flores y Rocafuerte	M2-33729	C	1	15-100	2	1.8	3.0	0.7	3.0	0.0		
15	Guerra Torres Luis	Flores 5-16	E-14551	C	3	15-60	2	5.0	295.4	2.4	294.1	-1.3		
16	Templo San Agustín	Rocafuerte	A-7435	BP	2	10-50	2	1.4	302.2	0.4	302.2	0.0		
17	Seminario San Diego	Flores 5-51	K-9	C	2	10-30	2	4.2	202.6	-3.2	205.1	2.5		
18	Caicedo Muñoz Juan	Elías Almeida 1-139	M2-3730	C	1	15-100	2	1.8	70.2	0.6	70.2	0.0		
19	Quinche Potosí Dolores	Av. Teodoro G. 6-40	M2-05627	C	1	15-100	2	1.8	490.6	3.1	485.3	-5.3		
20	Corte Superior	García Moreno 4-49	2399	EO	1	15-100	2	1.8	337.6	0.6	337.6	0.0		
21	Bonifaz Cristóbal	Flores 11-25	6147	C	3	15-75	2	4.2	329.2	-3.1	332.8	3.6		
22	Jefatura de Recaudación	Velasco 8-44	M2-9937	EO	1	15-100	2	1.8	103.2	1.1	103.2	0.0		
23	Enac	Av. Cristóbal de Troya	1445	EO	1	15-100	2	1.8	96.4	0.3	96.4	0.0		
24	Ramírez Ramírez Cruz	Pedro Rodríguez 2-22	O-1407	R	1	10-50	2	1.4	153.8	3.4	151.7	-2.1		
25	Abedrao Bollvar	Pedro Rodríguez 2-72	M-0493	R	1	10-40	2	1.3	160.6	-1.4	160.6	0.0		
26	Muñoz Luis A	Andrés Bello	6059	R	1	15-75	2	4.2	376.8	-7.9	399.1	22.3		
27	Casa de la Cultura	Pedro Moncayo 7-13	O-1358	EO	1	15-60	2	1.7	131.2	-0.2	131.2	0.0		
28	Coliseo Víctor Manuel G.	Av. El Retorno 28-09	B3-1677	EO	3	15-120	2	7.2	6.0	1.0	6.0	0.0		
29	Universidad Técnica N.	Velasco 1-07	1158	EO	1	15-100	2	1.8	0.0	1.5	0.0	0.0	Sin uso.	
30	Pineda Enrique	Sánchez y Cifuentes 8-82	O-1368	C	1	10-50	2	4.2	131.2	-22.2	157.7	26.5		
SUBTOTAL									7,990.3		8,093.1	102.8		

PERDIDAS NO TECNICAS DE LA CIUDAD DE IBARRA (EMELNORTE S.A)

COMPONENTE: ERRORES EN MEDIDORES

FECHA: DICIEMBRE 1997

No	NOMBRE	DIRECCION	CARACTERISTICAS DEL MEDIDOR							ENERGIA CONSUMIDA		ENERGIA PERDIDA [kWh/mes]	OBSERVACIONES
			MEDIDOR	TARIFA	FASES	I[A]	CLASE	kh [Wh/rev]	FACTUR. [kWh/mes]	ERROR [%]	REAL * [kWh/mes]		
31	Torreón	Flores 6-37	J-376	EO	3	75-150	2	16.7	130.0	4.1	127.3	-2.7	
32	Acosta Marcelo	Juan de la Roca 3-60	P-1498	R	1	15-100	2	3.6	567.4	-1.4	567.4	0.0	
33	López Ruth	B. Salomón 1-27	A-8166	R	1	10-50	2	1.4	216.2	-28.3	273.0	56.8	
34	Vaca Telmo	Manco Capuc	1576	S	1	15-100	2	1.8	232.0	3.6	228.4	-3.6	
35	Espinosa Rigoberto	Riobamba 13-22	C-977	S	1	20-80	2	2.3	183.6	2.6	182.5	-1.1	
36	Vivero Gordillo Carlos	Río Lita 1-119	844	S	2	15-75	2	4.0	45.2	-6.9	47.4	2.2	
37	Villafuerte Edgar	Río Paztaza 1-33	O-1538	S	2	15-75	2	4.0	322.4	-12.9	357.4	35.0	
38	Brasos Club	Salomón 1-71	M3-6606	ED	1	15-100	2	3.6	82.0	0.5	82.0	0.0	
39	Almeida Ellas	El Priorato	P-4077	R	1	15-100	2	1.8	188.2	-100.0	376.4	188.2	Necesita revisión.
40	Sánchez Luciano	La Victoria Mz 2 C9	P-6467	R	1	15-60	2	2.0	41.8	0.7	41.8	0.0	
41	Jara Ana Cristina	La Victoria Mz 21 C14	M2-28192	R	1	15-100	2	1.8	108.2	1.9	108.2	0.0	
42	Castillo Julia Elena	Maldonado 7-60	P-1885	R	2	15-60	2	5.0	41.4	-6.3	43.2	1.8	
43	Silvia Angulo Armas	Venezuela y Uruguay	M2-28875	R	1	15-100	2	1.8	110.6	1.5	110.6	0.0	
44	Lara Segundo	Marta 6-47	P-6200	R	1	15-100	2	1.8	26.8	1.8	26.8	0.0	
45	Caicedo Muñoz Juan	Ellas Almeida 1-139	M2-3732	C	1	15-100	2	1.8	283.6	0.5	283.6	0.0	
46	Alemán R Segundo	Oviedo 10-43	M2-692	R	1	15-100	2	1.8	276.8	0.5	276.8	0.0	
47	Vásquez Teresa	Av. T. Gómez 1-28	M2-11769	R	1	15-100	2	1.8	114.0	-0.7	114.0	0.0	
48	Delgado Manuel	Av. Eloy Alfaro 1-12	M2-11770	R	1	15-100	2	1.8	30.6	1.3	30.6	0.0	
49	Domínguez Medina C	Av. Eloy Alfaro 1-36	M2-11167	R	1	15-100	2	1.8	86.0	1.1	86.0	0.0	
50	Calderón Luis	Av. Eloy Alfaro 1-28	9119	R	1	15-75	2	2.0	104.4	-1.3	104.4	0.0	
51	Godoy María Castorina	Puyo 3-65	9567	R	1	15-100	2	2.0	19.0	-5.0	19.6	0.6	
52	Bonilla Bñez Miguel	Olivio - Panamericana	O-1654	IA	3	75-150	2	16.7	327.8	-31.5	424.5	96.7	Necesita revisión.
53	Chávez Luis Ruperto	Mejía 5-60	P-7469	IA	2	20-80	2	5.6	168.0	1.0	168.0	0.0	
54	Loyo Manuel	Oviedo 3-36	CH-046	IA	3	15-100	2	20.0	229.4	-22.7	276.8	47.4	
55	Manzo Aguirre Jorge	La Campiña	M3-6114	IA	1	15-100	2	3.6	164.8	1.1	164.8	0.0	
56	Guamán Bolaños Bertha	La Campiña	M3-6511	IA	1	15-100	2	3.6	302.8	1.4	302.8	0.0	
57	Mantilla Fabián	Velasco 5-38	M2-9456	IA	1	15-100	2	1.8	125.8	1.6	125.8	0.0	
58	Bayas Luis Alfonso	Flores 7-55	T4-4780	IA	3	15-60	2	3.6	79.4	2.1	79.3	-0.1	
59	Bravo Vela Alvaro	Av. T. Gómez 3-44	M2-15645	IA	1	15-100	2	1.8	64.6	-1.3	64.6	0.0	
60	Erazo Miguel	Sucre 13-45	O-1053	IA	1	10-40	2	2.7	145.0	0.6	145.0	0.0	
SUBTOTAL									4817.8		5238.9	421.1	

PERDIDAS NO TECNICAS DE LA CIUDAD DE IBARRA (EMELNORTE S.A.)
 COMPONENTE: ERRORES EN MEDIDORES
 FECHA: DICIEMBRE 1997

No	NOMBRE	DIRECCION	CARACTERISTICAS DEL MEDIDOR							ENERGIA CONSUMIDA		ENERGIA PERDIDA [kWh/mes]	OBSERVACIONES	
			MEDIDOR	TARIFA	FASES	I[A]	CLASE	kWh [Wh/rev]	ENERGIA FACTUR. [kWh/mes]	ERROR [%]	REAL [kWh/mes]			
61	Escobar Carlos	Olmedo 10-69	EEL-1-15	IA	3	20-60	2	2	8.3	51.2	-4.5	52.5	1.3	
62	Revelo Villalba Fernando	Av. T. Gómez Y Salinas	T4-03469	IA	3	30-90	2	2	6.0	25.8	-4.3	26.4	0.6	
63	Arias Carlos	C. Borja 1-16	J-319	C	1	15-75	2	2	4.2	283.0	1.3	283.0	0.0	
64	Montalvo Miguel	C. Borja 2-82	M2-12994	C	1	15-100	2	2	1.8	363.8	-0.6	363.8	0.0	
65	Jaramillo Vásquez E.	Av. Rivadeneira 6-74	M2-17705	C	1	15-100	2	2	1.8	189.0	-1.4	189.0	0.0	
66	Consejo Municipal G.	Av. V. Guzmán 11-56	EEL-2699	EO	1	10-40	2	2	1.0	239.6	-1.4	239.6	0.0	
67	Centro Pro Corte Confec.	Bolívar 1-62	P-6777	EO	1	15-100	2	2	1.8	104.0	0.2	104.0	0.0	
68	Leonor Almeida	Av. Eloy Alfaro 1-24	A-767	R	1	15-75	2	2	2.0	176.0	-25.8	217.8	41.8	
69	Ayala José Nabor	C. Borja 1-10	J-503	R	1	15-75	2	2	4.2	217.6	-0.2	217.6	0.0	
70	Montalvo Zumárraga A.	Oviedo 10-43	P-2581	R	1	15-100	2	2	1.8	92.6	1.3	92.6	0.0	
71	Arias A Fanny	Andrés Bello 1-16	P-5016	R	1	15-100	2	2	1.8	225.8	-1.4	254.9	29.1	
72	Flores Juan	C. Borja 10-73	4569	R	1	15-100	2	2	1.8	197.0	1.3	197.0	0.0	
73	Proaño Alfonso V.	Av. Eloy Alfaro	M2-11771	R	1	15-100	2	2	1.8	0.0	-0.1	0.0	0.0	Sin uso.
74	Asociación de Joyeros	Villamar 1-98	P-1443	R	1	15-100	2	2	1.8	13.6	5.4	13.1	-0.5	Obsoleto dado de baja,
75	Villareal Alda	Macas 9-32	EEL-2902	R	1	10	2	2	0.8	1.4	-100.0	2.8	1.4	por poca capacidad de corriente: I _N = 10 [A].
76	Feder. Pro. Artesanos	Villamar 1-98	4832	R	1	10-50	2	2	1.4	33.2	2.9	32.9	-0.3	
77	SS-HH Municipio	Flores 7-18	O-1437	EO	1	10-30	2	2	0.8	191.0	3.5	188.2	-2.8	
78	Fuentes Segundo Reina	Pedro Rodríguez	8621	R	1	15-75	2	2	2.0	189.4	0.0	189.4	0.0	
79	Pabón Reyes Luis	Urb. Nuevo Hogar	3379	R	2	15-60	2	2	4.2	137.2	2.8	136.2	-1.0	
80	Torres Luis N.	Babahoyo 6-45	3116	R	2	15-60	2	2	4.2	212.6	5.7	204.8	-7.8	
SUBTOTAL										2,943.8		3,005.6	61.8	

PERDIDAS NO TECNICAS DE LA CIUDAD DE IBARRA (EMELNORTE S.A)

COMPONENTE: ERRORES EN MEDIDORES

FECHA: DICIEMBRE 1997

Nº	NOMBRE	DIRECCION	CARACTERISTICAS DEL MEDIDOR						ENERGIA CONSUMIDA			ENERGIA PERDIDA [kWh/mes]	OBSERVACIONES
			MEDIDOR	TARIFA	FASES	I[A]	CLASE	kh [Wh/rev]	FACTUR. [kWh/mes]	ERROR [%]	REAL [kWh/mes]		
81	Palacios Isolina	San Salvador 5-68	2896	R	1	10	2	0.8	90.2	-100.0	180.4	90.2	Obsoleto dado de baja, por poca capacidad de corriente: $i_N = 10$ [A].
82	Colegio Ibarra	Av. Mariano Acosta	B-735	BP	3	75-150	2	16.7	142.7	1.7	142.7	0.0	
83	Miños Generosas Proy.	El Millagro	P-3780	AS	1	15-100	2	1.8	108.0	-1.8	108.0	0.0	
84	Benites Romo Jorge	Av. Cardal 2-42	4224	1A	3	20	2	3.8	22.0	-4.0	22.4	0.4	
85	Espinosa Luis Angel	Sucre 8-76	O-087	CD	3	30-120	2	10.0	680.6	-7.9	720.9	40.3	
86	M. Imbabura Copro.	Oviedo Edif. Mutualista	B-733	CD	3	75-150	2	1.4	1,179.0	-10.3	1,276.6	97.6	
87	Curia De Ibarra	Sucre 6-24	D-021	CD	2	20-60	2	6.6	1,790.6	0.7	1,790.6	0.0	
88	Aldea SOS	Mejía 3-80	B3-1674	AS	3	15-100	2	16.7	693.8	1.0	693.8	0.0	
89	CETUR	Olimedo 9-56	P-2396	EO	1	15-100	2	1.8	395.4	0.0	395.4	0.0	
90	Secretaria Asuntos Indig.	Flores 7-60	M2-37650	EO	1	15-100	2	2.8	44.0	2.8	43.6	-0.4	
SUBTOTAL									5,146.3		5,374.4	228.2	
TOTAL									20,898.2		21,712.1	813.9	

USUARIOS DE LA MUESTRA: 90

REALIZADO POR: VINICIO HINOJOSA ORTIZ

ANEXO 4.8

RESULTADOS DE LA ENERGIA PERDIDA POR ERRORES DE LECTURA Y FACTURACION EN LA MUESTRA TOMADA DE LOS USUARIOS DE IBARRA

PERDIDAS NO TECNICAS DE LA CIUDAD DE IBARRA (EMELNORTE S.A)
 COMPONENTE: ERRORES DE LECTURA Y FACTURACION
 FECHA: NOVIEMBRE A DICIEMBRE 1997

No	NOMBRE	DIRECCION	CUENTA	LECTURA INICIAL		LECTURA FINAL		LECTURA DIGITADA [kWh/mes]	LECTURA REAL FACTURADA [kWh/mes]	PERDIDAS DE ENERGIA [kWh/mes]	OBSERVACIONES
				LECTOR [kWh/mes]	REAL [kWh/mes]	LECTOR [kWh/mes]	REAL [kWh/mes]				
1	Rea Yépez Carmela	García Moreno 1-56	1-510	1,693	1,693	1,694	1,694	1	1	0	
2	Obando Segundo	Juan Montalvo 4-16	1-1820	1,636	1,636	1,771	1,771	135	135	0	
3	Odrea Soto Carmen	Av. 17 de Julio	1-3200	8,229	8,229	8,428	8,428	199	199	0	
4	Guerrón Morillo Carlos	Av. Teodoro Gómez 5-32	2-410	4,753	4,753	4,753	4,753	-	-	0	
5	Carrasco René	Juan Montalvo 10-240	2-3500	100,350	100,350	101,589	101,589	1,239	1,239	0	
6	Pozo Oswaldo	Flores 5-52	2-5415	6,743	6,743	6,743	6,743	-	-	0	
7	Benites Hugo Humberto	Pedro Mencayo 2.56	3-780	24,611	24,611	24,830	24,830	219	219	0	
8	Jorge Enriquez Ortiz	Flores 3-77	3-1131	8,610	8,610	8,960	8,960	350	350	0	
9	Noboa Estévez Lupe	Borrero 2-70	3-2040	71	74	153	153	82	79	-3	Error de lectura.
10	Pozo Rodríguez Segundo	Salinas 2-95	3-1880	1,995	1,995	1,995	1,995	-	-	0	Cuenta dada de baja.
11	Espinoza María Magdalen	Colón 4-49	4-151	979	979	996	996	17	17	0	
12	Benitez Romo Jorge	Av. Carchi 2-42	4-4700	1,176	1,176	1,201	1,201	25	25	0	
13	Moreno Piedra Josefina	Roca fuerte 8-39	5-620	7	7	7	7	-	-	0	
14	Obando María Teresa	Roca fuerte 7-85	5-1170	3,690	3,690	3,828	3,828	138	138	0	
15	Landeta Juan	Bolívar 9-61	6-1810	29,121	29,121	29,241	29,241	120	120	0	
16	Muñoz Juan Elias	Bolívar 7-75	6-3510	1,749	1,749	1,980	1,980	194	231	37	Error de digitación.
17	Recalde Donoso Gavino	Olmedo 9-80	7-930	10,747	10,747	10,775	10,775	28	28	0	
18	Carrera Daniel	Olmedo 10-22	7-980	11,200	10,840	11,377	11,377	177	537	360	Error de lectura.
19	Andrade Timoleón	Flores 8-73	7-4420	19,791	19,791	19,791	19,791	-	-	0	Cuenta dada de baja.
20	Vález Cazar Anita	Urbanización La Campaña	8-1775	5,510	5,510	5,510	5,510	-	-	0	
SUBTOTAL											394

PERDIDAS NO TECNICAS DE LA CIUDAD DE IBARRA (EMELNORTE S.A)
 COMPONENTE: ERRORES DE LECTURA Y FACTURACION
 FECHA: NOVIEMBRE A DICIEMBRE 1997

No	NOMBRE	DIRECCION	CUENTA	LECTURA INICIAL		LECTURA FINAL		LECTURA DIGITADA [kWh/mes]	LECTURA REAL FACTURADA [kWh/mes]	PERDIDAS DE ENERGIA [kWh/mes]	OBSERVACIONES	
				LECTOR [kWh/mes]	REAL [kWh/mes]	LECTOR [kWh/mes]	REAL [kWh/mes]					
21	Heredia Ortega Lesimaco	Av. 17 de Julio	9-5502	1,052	1,052	1,307	1,307	255	255	0		
22	Landeta Rosa	La Victoria M9 C8	9-12510	22,001	22,001	22,233	22,233	232	232	0		
23	Cevallos Zoila	La Victoria M2 C8	9-13700	11,792	11,792	12,050	12,050	258	258	0		
24	Pudate Maria	La Victoria M2 C16	9-13765	5,500	5,500	5,589	5,589	89	89	0		
25	Gollwitzer Galarza Gilda	Chica Narváez 2-39	10-4140	68	68	84	84	19	16	-3	Error de lectura.	
26	Albuja Alfredo	Grijalva 9-18	10-3530	5,540	5,540	5,540	5,540	-	-	0		
27	Bastidas Vicente	Chica Narváez 2-51	10-4110	2,641	2,641	2,649	2,649	8	8	0		
28	Montalvo Montalvo Migu	Luis Cabezas Borja	11-1654	29	29	52	52	23	23	0		
29	Erazo Carrera Maria	Velasco 7-80	11-3115								Cuenta dada de baja.	
30	Jacome Mantilla Luis	Av. Jaime Rivadencia	11-4550	29,297	29,297	29,297	29,297	-	-	0		
31	Jaramillo Vásquez Fausto	Av. Jaime Rivadencia	11-5086	15,615	15,615	18,742	18,742	3,127	3,127	0		
32	Benavides Galo	Francisco Cevallos 3-55	12-2965								Cuenta dada de baja.	
33	Males Maigua José	Av. Eloy Alfaro	12-7570	315	315	321	321	6	6	0		
34	Cervantes Rigoberto	Av. Eloy Alfaro 2-62	12-7300	17,021	16,956	17,074	17,074	53	118	65	Error de lectura.	
35	Duque Rosero Fernando	Av. Cristóbal Troya 5-19	13-2200	390	390	477	477	87	87	0		
36	Landeta Joel	Troya 9-42	13-3500	15,502	15,502	15,599	15,599	97	97	0		
37	De La Cruz Jesús	Mercedo y sin nombre	14-7070	1,886	1,886	1,909	1,909	23	23	0		
38	Vaca Inés	F. Cevallos 1-46	14-62035	20,591	20,521	20,711	20,711	120	190	70	Error de lectura.	
39	Vaca José Rafael	Z. Villacís 3-10	14-64040	6,497	6,497	6,556	6,556	59	59	0		
40	Terán Terán Luis	Rafael Sánchez	15-5025	2,548	2,548	2,548	2,548	-	-	0		
SUBTOTAL											132	

PERDIDAS NO TECNICAS DE LA CIUDAD DE IBARRA (EMELNORTE S.A)

COMPONENTE: ERRORES DE LECTURA Y FACTURACION

FECHA: NOVIEMBRE A DICIEMBRE 1997

No	NOMBRE	DIRECCION	CUENTA	LECTURA INICIAL		LECTURA FINAL		LECTURA DIGITADA [kWh/mes]	LECTURA REAL FACTURADA [kWh/mes]	PERDIDAS DE ENERGIA [kWh/mes]	OBSERVACIONES
				LECTOR [kWh/mes]	REAL [kWh/mes]	LECTOR [kWh/mes]	REAL [kWh/mes]				
41	Sevilla López Ana	Av. Atahualpa	16-4150	668	668	1,004	1,004	336	336	0	
42	Angulo Carvajal Hernán	Venezuela 2-79	17-9100	15,315	15,315	15,545	15,545	230	230	0	
43	Cupuerán Pablo Manuel	Sta. Isabel y Zúmba	18-870	806	806	1,224	1,224	418	418	0	
44	Díaz Gustavo	Puyo 6-39	19-1250	8,297	8,297	8,298	8,398	1	101	100	Error de lectura.
45	Ibarra Laura	Sta. Cruz 6-23	20-7485	280	280	290	290	10	10	0	
46	Ramírez Aragón Maura	Juana Atabalipa 7-121	23-14180	6,401	6,401	6,562	6,562	161	161	0	
47	Cochá Bombón Julio	Av. Los Sauces	24-6080	8,985	8,985	9,186	9,186	201	201	0	
48	Lara Mafla Jorge	Río Chimbo 5-74	26-6604	3,156	3,156	3,399	3,399	243	243	0	
49	Lara Chávez Esther	Quisquis	30-4230	544	544	880	880	336	336	0	
50	Vinueza Canacuan Blanca	Cory Cory	30-6450	123	123	148	148	25	25	0	
51	Mediavilla Milton	Ejido de Ibarra	45-9820	2,007	2,007	2,357	2,357	350	350	0	
52	Jácome Teresa de Jesús	Ejido de Ibarra	45-10500	47,764	47,764	48,138	48,138	408	374	-34	Error de digitación.
53	Cevallos Yolanda	Gómez Jurado 2-46	48-5620	18,999	18,999	18,999	18,999	-	-	0	
54	Aulestia José	Carlos Merlo 3-33	48-8060	56,171	56,171	56,588	56,588	387	387	0	
55	Oña Segundo	Santa Mariana	9-7000	13,106	13,106	13,205	13,261	99	155	56	Error de lectura.
56	Aguilar Cazar	Sánchez y Cifuentes 18-131	23-10500	13,662	13,662	13,901	13,901	239	239	0	
57	Rosero Tuicanaza	Espejo 11-42	24-12020	28,725	28,834	29,164	29,164	439	330	-109	Error de lectura.
58	Vinueza Coba	Luis Moreno	48-2715	516	635	724	933	209	298	89	Error de lectura.
59	Sampedro Nancy	Chica Narváez 3-78	10-395	1,848	1,973	2,098	2,098	250	125	-125	Error de lectura.
60	Arciniega Martha	Guillemina García	2-2685	8,017	8,017	8,237	8,237	245	220	-25	Error de digitación.
SUBTOTAL										-48	
TOTAL										478	

USUARIOS DE LA MUESTRA: 60

REALIZADO POR: VINICIO HINOJOSA ORTIZ

ANEXO 4.9

**RESULTADOS DE LOS CENSOS DE LUMINARIAS
Y SEMAFOROS REALIZADOS PARA LA CIUDAD
DE IBARRA**

PERDIDAS NO TECNICAS DE LA CIUDAD DE IBARRA (EMELNORTE S.A)

COMPONENTE: ALUMBRADO PUBLICO

FECHA: CENSO REALIZADO EN ENERO Y FEBRERO 1997

LUMINARIAS Y SEMAFOROS EXISTENTES EN LA CIUDAD DE IBARRA

TIPO	CANTIDAD	POTENCIA LUMINARIA [W]	POTENCIA BALASTO [W]	POTENCIA TOTAL LUM. [W]	POTENCIA TOTAL INST. [kW]
VAPOR DE MERCURIO	3,981	125	9.00	134.00	533.45
VAPOR DE MERCURIO	572	175	23.00	198.00	113.26
VAPOR DE MERCURIO	442	250	19.00	269.00	118.90
VAPOR DE MERCURIO	25	400	35.60	435.60	10.89
VAPOR DE SODIO	687	70	5.00	75.00	51.53
VAPOR DE SODIO	489	150	8.50	158.50	77.51
VAPOR DE SODIO	1,052	250	12.10	262.10	275.73
VAPOR DE SODIO	87	400	35.60	435.60	37.90
MIXTA	789	160	-	160.00	126.24
REFLECTORES DE MERCURIO	62	400	35.60	435.60	27.01
TOTAL	8,186				1,372.40

SEMAFOROS EXISTENTES EN LA CIUDAD DE IBARRA

SEMAFOROS	CANTIDAD	POTENCIA SEMAFORO [W]	POTENCIA TOTAL [kW]
SIMPLES	108	180	19.44
DIRECCIONALES	1	120	0.12
TOTAL			19.56

REALIZADO POR: VINICIO HINOJOSA ORTIZ

ANEXO 4.10

RESULTADOS DE LA INFORMACION CONSEGUIDA DE LOS USUARIOS SIN MEDIDOR DE LA CIUDAD DE IBARRA

ANEXO 4.10.1

RESULTADOS DE LA INFORMACION CONSEGUIDA DE LOS USUARIOS SIN MEDIDOR DE LA CIUDAD DE IBARRA

USUARIOS CON NUMERO DE CUENTA (PERMANENTES)

PERDIDAS NO TECNICAS DE LA CIUDAD DE IBARRA (EMELNORTE S.A)

COMPONENTE: USUARIOS SIN MEDIDOR

FECHA: DICIEMBRE DE 1997

USUARIOS CON CUENTA (PERMANENTES)

No.	NOMBRE	DIRECCION	CUENTA	TARIFA	CARGA INSTALADA [W]	ENERGIA FACTURADA [kWh/mes]	ENERGIA CALCULADA [kWh/mes]	PERDIDAS ENERGIA [kWh/mes]
1	Luna Oswaldo Efrain	La Florida	45-10650	R	800	288	288.0	0.0
2	Morocho Puma María	Priorato 4 esquinas	25-8300	R	1,775	80	41.0	-39.0
3	Chiriboga Rosa	José Leoro y Juan Egas	16-5190	R	1,875	80	54.8	-25.2
4	Caluquí José Antonio	Mercado Amazonas	14-610	C	150	80	24.0	-56.0
5	Ornaza Mariana	Mercado Amazonas	14-15055	C	150	80	24.0	-56.0
6	Almeida Enriquez	Mercado Amazonas	14-14060	C	750	80	134.4	54.4
7	Albuja Eduardo	Obispo Mosquera	14-38085	R	150	80	24.0	-56.0
8	Cadena Blanca	Av. Pérez Guerrero	14-15050	R	120	80	16.8	-63.2
9	Esparza José Ignacio	Mercado Amazonas	14-63035	C	150	80	24.0	-56.0
10	Ubidia Mejía Manuel	Av. Pérez Guerrero	14-1770	C	100	80	24.0	-56.0
11	Velasteguí Carmen	Ovispo Mosquera	14-43040	R	100	80	24.0	-56.0
12	Coop. Taxis Mariano A.	Av. Víctor Manuel Guzmán 2-20	13-7510	C	100	22	36.0	14.0
13	T. V. Cable	Av. Mariano Acosta	645-2432	C	13,600	9,180	9,792.0	612.0
TOTAL						10,290.0	10,507.1	217.1

USUARIOS SIN MEDIDOR PERMANENTES: 13

REALIZADO POR: VINICIO HINOJOSA ORTIZ

ANEXO 4.10.2

RESULTADOS DE LA INFORMACION CONSEGUIDA DE LOS USUARIOS SIN MEDIDOR DE LA CIUDAD DE IBARRA

USUARIOS SIN NUMERO DE CUENTA (OCASIONALES)

PERDIDAS NO TECNICAS DE LA CIUDAD DE IBARRA (EMELNORTE S.A)
 COMPONENTE: USUARIOS SIN MEDIDOR
 FECHA: DICIEMBRE DE 1997
 USUARIOS SIN CUENTA (OCASIONALES)

No.	NOMBRE	DIRECCION	TARIFA	CARGA INSTALADA [W]	ENERGIA FACTURADA [kWh/mes]	ENERGIA CALCULADA [kWh/mes]	PERDIDAS ENERGIA [kWh/mes]
1	Chisaguano Oswaldo T.	Av. Pérez G. y Av. Mariano Acosta	C	150	40	36.0	-4.0
2	Taboada Machuca Carlos	Sánchez y Cifuentes frente C.C. Amazonas	C	50	40	13.5	-26.5
3	Olivo Jaime Segundo	Av. Pérez Guerrero frente Mercado de papas	C	50	80	15.0	-65.0
4	Muñoz Janneth	Hernán González de Saa frente Karoline	C	5,775	80	208.4	128.4
5	Tingo Beatriz	Av. Teodoro Gómez y Lucila Benalcázar	C	1,146	120	156.7	36.7
6	Córdova Arturo	Olmedo frente M.M. Jaramillo Arteaga	C	450	80	39.9	-40.1
7	Aguirre Hugo	Cdia. Pílanqui Juan Almeida Mz. 7 Lote 5	C	6,625	80	245.3	165.3
8	Herrera Patricio	Eugenio Espejo frente Mercado Amazonas	C	50	40	12.0	-28.0
9	Pascual Gilbertó	Parque Germán Grijalva junto al PAI	C	287	40	7.4	-32.6
10	Colcha Agustín	Sánchez y Cifuentes frente a Mafalda	C	45	40	4.9	-35.1
11	Quintana Telmo	Mercado Amazonas frente a parada de taxis	C	200	40	48.0	8.0
12	Reina Aida de Espinosa	Av. Mariano Acosta por parque S. Bolívar	C	2,075	80	107.9	27.9
13	Villagómez Carlos	Eugenio Espejo frente parada buses	C	600	40	54.0	14.0
14	Farinango Armando	Hernán González de Saa frente Karoline	C	6,875	80	180.2	100.2
TOTAL					880	1,129.2	249.2

USUARIOS SIN MEDIDOR OCASIONALES: 14

REALIZADO POR: VINICIO HINOJOSA ORTIZ

ANEXO 4.11

RESULTADOS DE LAS INSPECCIONES REALIZADAS DE LOS USUARIOS DIRECTOS ENCONTRADOS EN LA CIUDAD DE IBARRA

PERDIDAS NO TECNICAS DE LA CIUDAD DE IBARRA (EMELNORTE S.A)

COMPONENTE: USUARIOS DIRECTOS

FECHA: DICIEMBRE DE 1997

No	USO DE LA ENERGIA	DIRECCION	CARGA INSTALADA [W]	ENERGIA CALCULADA [kWh/mes]
1	Vivienda	Via a Urcuquí (cementerio Jardín de Paz)	200	10.5
2	Venta de casetes	Av. Pérez Guerrero y Sánchez y Cifuentes	50	12.0
3	Venta de casetes	Obispo Mosquera (Mercado)	50	12.0
4	Vivienda	Manta e Ibarra (Alpachaca)	250	15.0
5	Venta ambulante	Av. Pérez Guerrero (Mercado)	100	6.0
TOTAL				55.5

CONEXIONES CLANDESTINAS: 5

REALIZADO POR: VINICIO HINOJOSA ORTIZ

ANEXO 6.1

VALOR DEL CONSUMO PROMEDIO DE LOS USUARIOS DE LA CIUDAD DE IBARRA

TARIFAS:

COMERCIAL – SERVICIOS

INDUSTRIAL

RESIDENCIAL

RANGOS DE CONSUMO:

(0-150) kWh/mes

(150-500) kWh/mes

(500-99999) kWh/mes

PERDIDAS NO TECNICAS DE LA CIUDAD DE IBARRA (EMELNORTE S.A)
 VALOR DE LAS TARIFAS DE LOS USUARIOS DE IBARRA
 FECHA: NOVIEMBRE 1998

TARIFA	RANGO DE CONSUMO [kWh]	NUMERO USUARIOS	ENERGIA CONSUMIDA [kWh/mes]	CONSUMO PROMEDIO [kWh/mes]	VALOR DEL CONSUMO [S/.]	VALOR DE LA TARIFA [S/. por kWh]
COMERCIAL Y SERVICIOS	0-150	2,339	115,708	49	11,800	241
	150-500	843	220,736	262	61,400	234
	500-999999	393	995,266	2,532	720,500	285
INDUSTRIAL	0-150	145	4,842	33	17,720	177
	150-500	148	35,787	242	46,120	191
	500-999999	122	337,072	2,763	711,360	257
RESIDENCIAL	0-150	22,609	1,413,259	63	12,938	205
	150-500	7,669	1,754,521	229	85,188	372
	500-999999	319	242,873	761	283,092	372

NOTA: Tomado del cuadro de frecuencias de los usuarios de Ibarra, para el mes de junio 1997

REALIZADO POR: VINICIO HINOJOSA ORTIZ

ANEXO 6.2.1

COSTOS DE INVERSION DE LOS EQUIPOS NECESARIOS PARA EMPRENDER UN PROGRAMA DE CONTROL Y REDUCCION DE PERDIDAS ELECTRICAS

PERDIDAS NO TECNICAS DE LA CIUDAD DE IBARRA (EMELNORTE S.A)
 COSTOS DE INVERSION
 REQUERIMIENTOS DE EQUIPOS NECESARIOS
 FECHA: NOVIEMBRE 1998

EQUIPO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO [US\$]	COSTO TOTAL [US\$]
Registradores	2	3,000	6,000
Pinzas amperimétricas	1	1,000	1,000
Equipo de medición en alto voltaje	1	20,000	20,000
Contrastador portátil con carga fantasma	2	10,000	20,000
Multímetros	4	150	600
Caja de herramientas	2	140	280
Guantes aislados para 20 kV número 2	2	100	200
Pértigas	1	300	300
Vehículos	1	15,000	15,000
Canastilla	1	20,000	20,000
Computadores	2	2,200	4,400
Guantes aislados para 1.5 kV	2	80	160
Detector de voltaje	1	400	400
Cinturón de seguridad cascos y herramientas	3	350	1,050
Medidor trifásico	10	100	1,000
Medidor bifásico	30	60	1,800
Medidor monofásico tres hilos	80	40	3,200
Medidor monofásico dos hilos	60	30	1,800
Verificador de relación de TC. Y TP.	1	15,000	15,000
COSTO ANUAL			112,190

Los precios fueron proporcionados por el Departamento de Adquisiciones de EMELNORTE S.A

NOTA: Precios de mercado, incluyen impuestos.

REALIZADO POR: VINICIO HINOJOSA ORTIZ

ANEXO 6.2.2

COSTOS DE MANO DE OBRA ANUAL

PERDIDAS NO TECNICAS DE LA CIUDAD DE IBARRA (EMELNORTE S.A)

COSTOS DE MANO DE OBRA ANUAL

REQUERIMIENTOS DE PERSONAL NECESARIO

FECHA: NOVIEMBRE DE 1998

PERSONAL REQUERIDO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO [US\$]	COSTO TOTAL [US\$]
Ingenieros	2	6,620	13,240
Egresados de Ingeniería Eléctrica	1	5,547	5,547
Linieros	2	4,164	8,328
Lectores	5	875	4,375
Chofer electricista	1	4,164	4,164
Secretaria	1	4,164	4,164
COSTO DE MANO DE OBRA ANUAL			39,818

NOTA: El tipo de cambio promedio para el año 1997 fue de 4,800 sucres por dólar

Tomado de: EMELNORTE S.A, "Dirección de Planificación", Ibarra, 1997

REALIZADO POR: VINICIO HINOJOSA ORTIZ